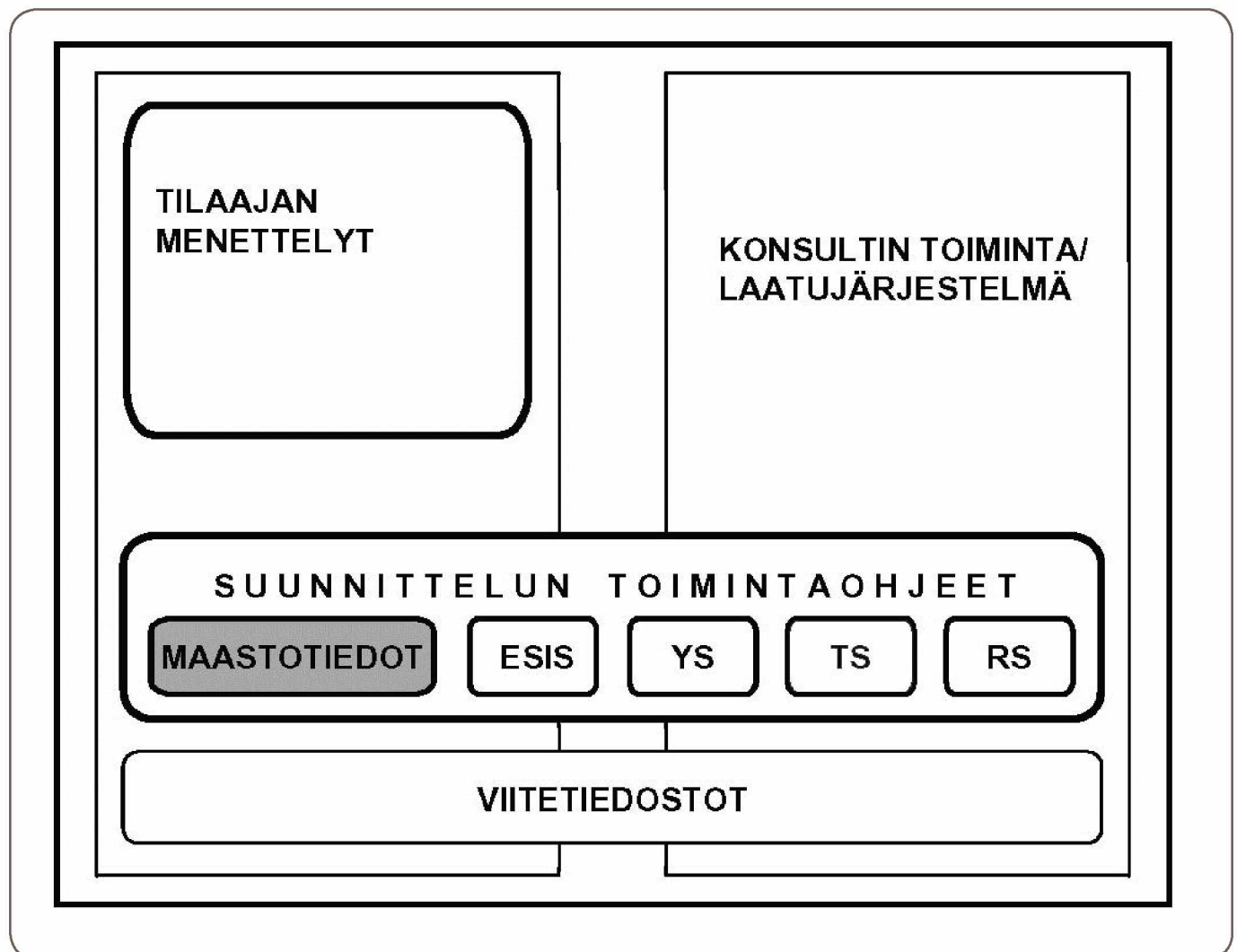


## Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet





# Maastotietojen hankinta - Toimintaohjeet

Liikenneviraston ohjeita 23/2011

*Kannen kuva: Liikennevirasto*

Verkkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-255-746-9

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 020 637 373



Hankesuunnitteluosasto

Vastaanottaja  
ELY-keskusten liikenne ja infrastruktuuri -vastuualue

Säädösperusta  
Maantielaki 109 §

Korvaa/muuttaa  
Tiensuunnittelun laatujärjestelmä. Maastotietojen hankinta,  
Toimintaohjeet 15.2.2002, TIEHALLINTO 2002  
Geodeettiset mittaustyöt D15, RHK:n julkaisuja 2003

Kohdistuvuus  
Liikenneviraston Investointi -toimiala  
Liikenneviraston Kunnossapito -toimiala  
ELY-keskusten liikenne ja infrastruktuuri  
-vastuualue

Voimassa  
1.1.2012 alkaen toistaiseksi

Asiasanat

## Maastotietojen hankinta. Toimintaohjeet

Tätä toimintaohjetta noudatetaan Liikenneviraston ja ELY-keskusten liikenne ja infrastruktuuri -vastuualueen maastotietojen hankinnassa.

Toimintaohjeessa on kuvattu tie- ja ratahankkeiden suunnittelussa tarvittavien maastotietojen hankinnan tuotekohtaiset tehtävät eri suunnitteluvaiheissa. Toimintaohjeessa käsitellyt tuotteet ovat kiinteistötiedot, mittausperusta, pohjakartta, maastomalli, ilmakuvat ja raiteen kartoitus sekä maaperätiedot.

Ohje asettaa tie- ja ratahankkeiden suunnitelmia laativien konsulttien toimintajärjestelmälle vähimmäisvaatimukset, joita konsultit tämentävät omissa toiminta-/laatujärjestelmissään ja hankekohtaisissa projektisuunnitelmissa.

Suunnittelupäällikkö



Matti Hämäläinen

Tieinsinööri



Matti Ryynänen

LISÄTIETOJA  
Matti Ryynänen  
Liikennevirasto  
puh. 020 637 3599

## Esipuhe

Liikenneviraston ohjeen 18/2011 "Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje" laatimisen yhteydessä päätettiin päivittää maastotietojen hankinnan toimintaohjeet. Toimintaohje päivitettiin myös maaperätietojen hankinnan osalta.

Tiehallinnon maastotietojen hankintaohje on ollut osa suunnittelun toimintaohjeita, jotka koskevat konsultin tehtäviä. Ratahallintokeskuksen maastomittausohjeessa "Geodeettiset mittaustyöt D15" on annettu ohjeet mittaustöiden tekemisestä. Liikennevirastouudistuksen myötä todettiin tarkoituksenmukaiseksi päivittää yhteiset toimintaohjeet maastotietojen hankintaan tie- ja ratahankkeissa.

Toimintaohje jakaantuu kahteen pääosaan, geodeettisiin mittauksiin ja maaperätietoihin. Toimintaohjeessa on kuvattu mitä maastotietoja hankitaan eri suunnitteluvaiheissa (esisuunnittelu, yleissuunnittelu, tie-/ratasuunnittelu ja rakennussuunnittelu). Toimintaohje jakaantuu kunkin tuotteen kohdalla seuraaviin osiin: yleistä, tehtävät, laadunvarmistus, tulokset ja dokumentointi.

Toimintaohjeen tavoitteena on yhtenäistää maastotietojen hankintaa siten, että kuhunkin suunnitteluvaiheeseen hankitaan riittävät ja oikean tarkkuustason tiedot ja samalla parannetaan maastotietotuotteiden laatua.

Toimintaohjeen laatimistyötä on ohjannut työryhmä, johon ovat kuuluneet:

Matti Ryyänen, pj	Liikennevirasto, Suunnittelun ohjaus -yksikkö
Pentti Salo (maaperätiedot)	Liikennevirasto, Taitorakentaminen -yksikkö
Tiina Perttula (maaperätiedot)	Liikennevirasto, Taitorakentaminen -yksikkö
Hannes Mäkinen	Varsinais-Suomen ELY-keskus
Kari Komi	Keski-Suomen ELY-keskus
Miikka Tast	VR-Track Oy

Toimintaohjeet on laadittu Sito Oy:ssä, jossa työstä ovat vastanneet Kyösti Laamanen ja Esa Patjas (maaperätiedot). Asiantuntijoina ovat olleet Erno Puupponen ja Jukka Elomaa (maaperätiedot).

Helsingissä joulukuussa 2011

Liikennevirasto  
Hankesuunnitteluosasto  
Suunnittelun ohjaus -yksikkö

## Sisällysluettelo

MT 00 Maastotietojen hankinta .....	6
MT 10 Kiinteistötiedot .....	9
MT 20 Mittausperusta .....	11
MT 30 Pohjakartta .....	13
MT 40 Maastomalli .....	16
MT 50 Ilmakuvat .....	19
MT 60 Raiteen kartoitus .....	22
MT 70 Ohjeeseen liittyviä käsitteitä ja määritelmiä .....	23
MT 100 Maaperätietojen hankinta.....	25
MT 110 Yleiset vaatimukset .....	28
MT 120 Olemassa olevat tutkimukset.....	33
MT 130 Pehmeikkötutkimukset.....	36
MT 140 Kantavan maan tutkimukset.....	39
MT 150 Siltojen ja muiden rakenteiden tutkimukset .....	42
MT 160 Tunnelin tutkimukset.....	45
MT 170 Nykyisten rakenteiden tutkimukset .....	48
MT 180 Päälysteiden kiviainestutkimukset .....	52
MT 190 Pohjavesitutkimukset .....	54
MT 200 Ennakko- ja seurantamittaukset .....	57
MT 210 Maaperän pilaantuneisuuden ja sedimenttien tutkimukset .....	59
MT 220 Ohjeeseen liittyviä käsitteitä ja määritelmiä .....	62
LIITTEET	
Liite 1	Laboratoriotutkimukset

## MT 00 Maastotietojen hankinta

### LÄHTÖKOHDAT JA PÄÄMÄÄRÄT

Hyvät ja ajan tasalla olevat maastotiedot ovat edellytys laadukkaan suunnitelman tekemiselle. Maastotiedoissa olevat virheet aiheuttavat virheellisiä suunnitteluratkaisuja, joista taas aiheutuu ongelmia hankkeen toteutusvaiheessa.

Toimintaohje toimii tilaajan apuvälineenä maantien ja rautatien suunnittelussa käytettävien maastotietojen hankinnassa ja samalla maastotietojen toimittajan ohjeena työn tekemiseksi.

Toimintaohje on jaettu kahteen kokonaisuuteen. Kohdat MT 00 - MT 70 koskevat kiinteistötietojen, mittauserustan, pohjakartan, tarkan ja yleispiirteisen maastomallin, ilmakuviin ja raiteen kartoituksen laatimisen tehtäviä ja kohdat MT 100 - MT 220 koskevat maaperätietojen hankinnan tehtäviä.

Toimintaohjeessa on kuvattu kussakin suunnitteluvaiheessa tarvittavat maastotiedot ja ohjeistettu niiden hankinnassa ja tuottamisessa huomioon otettavat keskeiset tekniset ja laadulliset näkökohdat. Maastotietojen hankinnassa on erityisen tärkeää määritellä yksiselitteinen ja riittävän laajan aluerajaus, jolta maastotietoja tarvitaan kussakin suunnitteluvaiheessa.

Toimintaohjeen kohtia MT 00 - MT 70 tulee käyttää yhdessä ohjeen *”Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje”* kanssa, jossa on kuvattu laatuvaatimukset eri maastotietotuotteille.

Toimintaohjeesta löytyy vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

1. Mitä maastotietoja tulee hankkia kuhunkin suunnitteluvaiheeseen (matriisitaulukon vaakarivit - mittaustiedoille ja maaperätiedoille on omat matriisit)?
2. Mitä maastotietojen tuottamiseen liittyviä teknisiä ja laadullisia näkökohtia tulee kussakin vaiheessa noudattaa?
3. Miten eri maastotiedot (kiinteistötiedot, mittauserusta, pohjakartat, maastomallit, ilmakuvat) toimivat koko suunnittelun elinkaareissa (matriisitaulukon pystysarakkeet)?
4. Miten maastotietotuotteiden laatu varmistetaan?

	MT 10 Kiinteistötiedot	MT 20 Mittausperusta	MT 30 Pohjakartta	MT 40 Maastomalli	MT 50 Ilmakuvat	MT 60 Raiteen kartoitus
Esisuunnittelu	MT11	MT 21	MT31	MT41	MT51	
Yleissuunnitelma *	MT12	MT22	MT32	MT42	MT52	MT62
Tie-/ratasuunnitelma	MT13	MT23	MT33	MT43	MT53	MT63
Rakennussuunnitelma	MT 14	MT24	MT34	MT44	MT54	MT64

\* Yleissuunnitelmalla tarkoitetaan maantie- tai ratalain mukaista yleissuunnitelmaa tai muuta yleissuunnitteluvaihetta

## LAADUN VARMISTUS

Riittävän laatutason saavuttamisen lähtökohtana kaikessa maastotietojen tuottamisessa on tuottajan sisäisen laadunvarmistus.

Tilaaja seuraa ja varmistaa tuottajien toimittamien aineistojen laatua pääasiassa tuottajan toimittamalla dokumentoinnilla. Niissä osoitetaan luovutetun aineiston vaatimustenmukaisuus.

Tilaaja tekee otantaan perustuvan aineiston tarkistuksen. Tarkastuksen tulosten perusteella tarkastettu erä joko hylätään tai hyväksytään. Hylkäys johtaa tiukennettuun tarkastusmenettelyyn. Uusi hylkäys voi johtaa pahimmassa tapauksessa toimittajan vaihtamiseen.

## TIEDOTTAMINEN

Maantielain 16 §:n mukaan tienpitoviranomaisella ja ratalain 9 §:n mukaan radanpitäjällä on oikeus tehdä tutkimuksia suunnittelualueen kiinteistöillä, kun on päätetty aloittaa yleis-, tie- tai ratasuunnitelman laatiminen. Tästä on ilmoitettava kunnalle ja kuuluttamalla tai muulla sopivalla tavalla myös maanomistajille ja muille asianosaisille. Ilmoittamisesta vastaa suunnitteluhankkeen tilaaja.

Maantie- ja ratalain mukaista ilmoitusta voidaan käyttää myös muussa yleissuunnittelussa, kun tutkimukset tähtäävät lakisääteisen suunnitelman laatimiseen myöhemmin.

Maastotutkimukset voidaan tehdä myös pelkästään maanomistajan suostumuksella.

Maastotöistä vastaava konsultti laatii maastotyön tekijöille lisäksi tiedotteen jaettavaksi maanomistajia ja muita asiasta kiinnostuneita varten, jos he tulevat keskustelemaan tehtävistä töistä. Tiedotteessa esitetään seuraavat asiat:

- Mihin projektiin maastotyöt liittyvät.
- Millä oikeudella maastotöitä tehdään (liitteenä kopio kuulutuksesta tai ilmoituksesta).
- Mitä maastotöitä suunnittelualueella tehdään.
- Maanomistajilla ja muilla asianosaisilla on oikeus olla tutkimuksissa saapuvilla ja lausua mielipiteensä.
- Mistä voi hakea korvauksia mahdollisesti aiheutuneista vahingoista.
- Projektin vastuuhenkilöt (konsultti ja tilaaja) ja heidän yhteystietonsa.

## MT 10 Kiinteistötiedot

### YLEISTÄ

Kiinteistötiedoilla tarkoitetaan kiinteistörajoja ja -tunnuksia sekä kiinteistöjen omistajatietoja. Ne tarvitaan suunnittelualueen kiinteistöjaotuksen ja maanomistusolojen selvittämiseksi. Aineistot tilataan Maanmittauslaitoksen Tietopalvelukeskuksesta, (myynti@maanmittauslaitos.fi). Kiinteistö- ja omistajatiedoilla on merkitystä suunnitteluhankkeen aikana tapahtuvan vuoropuhelun kannalta. Kiinteistötietojen hankkiminen kuuluu konsultille, ellei toisin sovita.

### TEHTÄVÄT

#### MT 11 Esisuunnittelu

Kiinteistörajat hankitaan edellä mainitun mukaisesti vain, mikäli hankkeen luonteen kannalta ne katsotaan olennaisiksi. Rajatietojen hankinta päätetään hankekohtaisesti. Kiinteistöjen omistajatietoja ei hankita tässä suunnitteluvaiheessa.

#### MT 12 Yleissuunnitelma

Kiinteistörajat kuuluvat omana elementtinä pohjakarttaan, jonka mukana ne toimitetaan. Kiinteistörajat viedään suunnitelmatietokantaan. Kiinteistöjen omistajatiedot selvitetään ja luetteloidaan. Suunnitteluvaiheessa rajatiedot päivitetään ajantasaisiksi vain suunnittelun kannalta merkityksellisiksi katsotuissa kohdissa erikseen sovittaessa.

Lakisääteisessä maatien tai rautatien yleissuunnitelmassa on esitettävä hankkeen vaikutukset kiinteistörakenteeseen. Mahdollisesta kiinteistövaikutusten arvioinnista (KIVA -selvitys) päätetään hankekohtaisesti, ja kiinteistötiedot hankitaan sen edellyttämässä laajuudessa.

#### MT 13 Tie- / ratasuunnitelma

Kiinteistöjen rajatiedot hankitaan suunnitteluvaiheen alussa ja viedään suunnittelutietokantaan. Tiedot päivitetään ajantasaisiksi erikseen sovittaessa suunnittelun kannalta merkityksellisiksi katsotuissa kohdissa ennen suunnitelmien esittelyä yleisölle. Kiinteistöjen omistajatiedot selvitetään ja luetteloidaan.

#### MT 14 Rakennussuunnitelma

Rakennussuunnitteluvaiheessa kiinteistörajoja ei enää päivitetä. Sen sijaan kiinteistöjen omistajatiedot päivitetään.

### LAADUNVARMISTUS

Kiinteistötietojen laadunvarmistus tehdään pohjakartan laatimisen yhteydessä. Työn tekee aineiston toimittava konsultti.

**Laadunvarmistuksessa**

- Tarkistetaan että on käytetty Maamittauslaitoksen viimeisintä tietoa rajoista
- Tarkistetaan, että tiedot kattavat koko suunnittelualueen
- Tarkistetaan, että rajatiedot ovat topologisesti eheitä
- Tarkistetaan, että aineistossa on kiinteistötunnukset
- Tarkistetaan, että KIVA -selvitys on käynnistetty, jos se on päätetty tehdä

**TULOKSET**

Kiinteistörajatiedot toimitetaan pohjakartan yhteydessä omana tasonaan formaateissa:

- Autocad Dwg
- MicroStation Dgn
- Adobe Pdf (yhdessä pohjakartan kanssa)

**DOKUMENTOINTI**

Kiinteistötietojen dokumentointi on osa pohjakartan tuottamisen dokumentointia. Metatietona on rajojen hankintapäivämäärä ja pyykkikohtainen RSK-luku, jotka esitetään pohjakartan metatietojen yhteydessä.

**VIITTEET**

- Kaavoitusmittausohjeet 2003, Maanmittauslaitoksen julkaisu no 94



## MT 20 Mittausperusta

### YLEISTÄ

Mittausperusta on keskeinen osa suunnittelun mittaustietoa. Mittausperustan avulla hankkeelle muodostetaan koordinaatisto ja se sidotaan valtakunnalliseen koordinaattijärjestelmään. Tämä tarkoittaa hankkeen alueelle maastoon pysyvästi rakennettavia kiintopisteistä, joille määritetään sekä taso- että korkeuskoordinaatit geodeettisin mittauksin.

Tie- ja ratahankkeissa käytetään tasokoordinaatistona ETRS-GKnn projektioon perustuvaa koordinaatistoa, jossa nn on projektiokaistan keskimeridiaani. Projektiokaistat ovat kolmen asteen levyisiä ja keskimeridiaanina käytetään 18, 21, 24, 27, 30 tai 33 asteen pituuspiiriä, ja se valitaan mahdollisimman keskeltä hanketta. Koko hanke toteutetaan näin määritetyssä tasokoordinaatistossa. Korkeusjärjestelmänä käytetään N2000.

Mittausperusta palvelee laserkeilaus- tms. tekniikalla tuotettavan maastomallin maastotäydennyksiä tai maastossa tehtävän maastomallimittauksen lähtöpisteinä sekä myös suunnittelu- ja rakentamisvaiheen aikaisia mittauksia.

### TEHTÄVÄT

#### MT 21 Esisuunnittelu

Esisuunnittelussa ei tarvita hankekohtaista mittausperustaa, koska sen aikana käytetään valmiina saatavilla olevia maastotietoaineistoja.

#### MT 22 Yleissuunnitelma

Mittausperusta voidaan tehdä erikseen sovittaessa jo yleissuunnitteluvaiheessa. Tällöin määritellään hankkeen aluerajaus ja tuotettavan maastomallin rajaus. Menettely on sama kuin kohdassa MT 23.

#### MT 23 Tie- / ratasuunnitelma

- Laaditaan mittausperustan mittaussuunnitelma.
- Esitetään mittaussuunnitelma tilaajalle.
- Rakennetaan pisteet.
- Tehdään perus- ja käyttöpisteiden mittaustyöt.
- Tehdään mitattujen verkkojen ja jonojen sekä vaaitusten laskentatyöt.
- Laaditaan vaadittavat dokumentit.

Mittausperustan tuottaminen on kuvattu yksityiskohtaisesti ohjeessa *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje* kohdassa 2.

#### MT 24 Rakennussuunnittelu

Jos mittausperusta tehdään vasta rakennussuunnitteluvaiheessa, kun ei tarvita edellistä lakisääteistä suunnitteluvaihetta, on menettely sama kuin edellä kohdassa MT 23.

## LAADUN VARMISTUS

Mittausperustan laadunvarmistus perustuu ensisijaisesti mittausdokumenttien tarkastukseen ja laskentatulosten analysointiin. Mikäli tarkastus tai analysointi antaa aiheutta, tilaaja suorittaa maastossa tarkastusmittauksia. Laadunvarmistus on kuvattu ohjeessa *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje* kohdassa 2.4.

## TULOKSET

Mittausperustan tuottamisessa laaditaan seuraavat dokumentit:

**Ennen mittauksen suorittamista tilaajalle esitettäväksi:**

- Mittausperustan mittausuunnitelma

**Mittauksen jälkeen:**

- Mittausperustan mittausraportti
- Allekirjoitettu itselleluovutusraportti laadituista mittausperustan tuloksista

Koordinaatit toimitetaan Tielaitos -formaattissa ja -koodattuna.

## DOKUMENTOINTI

Mittausperustan dokumentointi:

- Mittausraportti ja siihen liittyvät koordinaattitiedostot sekä mittauspöytäkirjat, havaintotiedostot, tehdyt koordinaatiston muunnokset sekä pistekortit.
- Dokumentit tuotetaan digitaalisina -pdf, -txt, -html tms. tiedostoina, joiden lukemiseen ei tarvita erikoisohjelmia.
- Mittausperustan metatietoina ovat mittauksen ajankohta, tekijäorganisaatio, käytetty koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä ja saavutetut tarkkuuden tunnusluvut. Metatiedot esitetään mittausraportissa.

## VIITTEITÄ

- Kaavoitusmittausohjeet 2003, Maanmittauslaitoksen julkaisu no 94
- Julkisen hallinnon suosituksien nro 153, 154, 163

## MT 30 Pohjakartta

### YLEISTÄ

Suunnitelman pohjakartta palvelee sekä suunnittelun lähtötietona että suunnitelmien esityspohjana. Aineistona voidaan suunnitteluvaiheesta riippuen käyttää, joko valmiina saatavilla olevia karttoja tai laatia hankekohtaiset uudet kartat. Uudet kartat laaditaan vektorimuotoisina digitaalikarttoina, ja niissä noudatetaan Kaavoituksen pohjakarttojen kuvausteknisiä ohjeita.

Pohjakartat tuotetaan suunnitteluhankkeen tarpeiden mukaan eri tarkkuustasoilla ja niiden laatimisessa käytetään tarkkuustavoitteen mukaan erilaisia lähtöaineistoja.

### TEHTÄVÄT

#### MT 31 Esisuunnittelu

Suunnitteluvaiheessa ei tuoteta uutta kartta-aineistoa. Pohjakarttana käytetään jotakin seuraavista kartta-aineistoista:

- Peruskarttarasteri (Maanmittauslaitos)
- Maastotietokanta (Maanmittauslaitos)
- GT -kartta tai vastaava

Muita hyödyllisiä paikkatietoaineistoja ovat mm:

- GTK:n maaperäkartat
- Maanmittauslaitoksen ja kuntien ilmakuvat
- Ympäristöviranomaisten paikkatiedot
- Liikenneviraston rekisterit
- Väestötiedot
- Maanmittauslaitoksen maankäyttö- ja puustoluokitus
- Kuntien opaskartat
- Suunnistuskartat

Edellä luetellut paikkatietoaineistot hankkii suunnittelukonsultti.

#### MT 32 Yleissuunnitelma

Pohjakarttana käytetään Kaavoitusmittausohjeiden 2003 mukaan laadittua Pohjakartat 2007 -kuvaustekniikan mukaista pohjakarttaa. Kartta laaditaan käyttäen jotakin seuraavista lähtöaineistoista:

- Hanketta varten tehdään uusi laserkeilaus
- Olemassa olevaa laserkeilausta tai ilmakuvausta
- Kunnan tai kaupungin pohjakarttaa, mikäli se täyttää kuvaustekniset ja ajantasaisuusvaatimukset

Uudet kartat tuotetaan ilmakuvakartoituksena tai laserkeilausaineiston tulkinnalla. Uusia hankekohtaisia ilmakuvauksia tai laserkeilauksia suunniteltaessa tulee ottaa huomioon seuraavaa:

- Ilmakuvauksen ja keilausten suoritusajankohta. Kevät ennen lehtien puhkeamista on ehdottomasti suositeltavin ajankohta.
- Tarkkuustavoite: Taajama-alueilla käytettävät lentokorkeudet ovat matalampia kuin haja-asutusalueilla.
- Keilaus- ja kuvauslennot sekä niihin liittyvät maastotyöt voidaan tehdä jo yleissuunnitteluvaiheessa siten, että niiden avulla pystytään tekemään tie-suunnitteluvaiheessa tarvittavat tarkat maastomallit. Tällainen tilanne on tyypillisesti hankkeessa, jossa suunniteltavan väylän sijainti ei enää muutu suunnittelun aikana merkittävästi.

Pohjakarttojen hankinnassa on myös määriteltävä miten epävarmat kartoituskohteet ja -alueet (esim. peitteiset alueet ilmakuvilla) käsitellään. Vaihtoehtoina ovat niiden rajaaminen/luokittelu epävarmoiksi, jos niillä ei ole suunnittelun kannalta oleellista merkitystä tai täydentäminen maastossa.

Pohjakartan laatimisen yksityiskohtaiset ohjeet ja laatuvaatimukset on esitetty *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje* kohdassa 6.

### **MT 33 Tie- / ratasuunnitelma**

Pohjakartta laaditaan kohdan MT 32 mukaisesti tai päivitetään edellisen suunnitteluvaiheen aineisto käyttäen tie/ratasuunnittelua varten tuotettua maastomallia ja ortokuva. Mallialueella olevaa yksityistieverkko päivitetään. Maanteiden tai rautateiden suoja-alueella kartta täydennetään siten, että kaikki maanomistajien kannalta tärkeät yksityiskohdat kuten merkittävät puut, istutukset, kaivot ja rakennukset (seinälinjan mukaan) on esitetty kartalla. Suoja-alueiden leveydet ovat moottoriväylillä 50 m, valta- ja kantateillä 30 m, muilla maateillä 20 m sekä rautateillä normaalisti 30 m. Kartta täydennetään myös maanteiden ja rautateiden näkemäalueilla niiltä osin, kuin ne ulottuvat suoja-alueen ulkopuolelle.

### **MT 34 Rakennussuunnitelma**

Rakennussuunnitteluvaiheessa käytetään aikaisemmissa vaiheissa syntynyttä kartta-aineistoa. Jos edellisestä suunnitteluvaiheesta on kulunut paljon aikaa, sovitaan pohjakartan päivityksestä erikseen.

## **LAADUNVARMISTUS**

Kartan laadunvarmistuksessa arvioidaan käytetyn lähtöaineiston tai tehtyjen ilmakuvauksen/laserkeilausten suoritusastetta suhteessa hankekohtaisiin tarkkuustavoitteisiin:

- Ovatko ilmakuvauksen/keilausten lentokorkeudet ja kuvien resoluutio vaatimusten mukaiset
- Onko kuvaus/keilausaineistot sidottu koordinaatistoon vaatimusten mukaisesti
- Onko kuvaustekniikka vaatimusten mukainen

Konsultti vastaa siitä, että vaadittavat dokumentit sisältyvät luovutukseen:

- Työkertomus sisältäen metatiedot
- Kartat vaaditussa tiedostomuodossa

Pohjakartan tekijä pyytää tilaajaa tekemään luovutettavan aineiston tarkastuksen. Menettely on kuvattu *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje* Maastotietojen näytetarkastus -kohdassa.

## TULOKSET

Digitaalinen pohjakartta toimitetaan seuraavissa tiedostoformaateissa:

- Autocad Dwg
- MicroStation Dgn
- Adobe Pdf

## DOKUMENTOINTI

Kartoituksen dokumentointi koostuu metatiedostosta ja työkertomuksesta. Metatiedostossa esitetään kartoituksen keskeiset perustiedot. Työkertomuksessa kuvataan tuotantomenetelmä ja käytetyt lähtöaineistot. Dokumentoinnin yksityiskohtainen sisältö on kuvattu *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohjeessa*. Samalla, kun tekijä pyytää tilaajalta aineiston tarkastuksen, tilaajalle luovutetaan allekirjoitettu itselleluovutusdokumentti, jossa on kuvattu tehdyt työvaiheet ja tuotetut asiakirjat.

## VIITTEET

- Kaavoitusmittausohjeet 2003, Maanmittauslaitoksen julkaisu no 94
- Kaavan pohjakartta, kuvaustekniset ohjeet 1997

## MT 40 Maastomalli

### YLEISTÄ

Tie- ja ratahankkeissa tarvitaan vaak- ja pystygeometrioiden suunnittelussa, tie- ja ratarakenteen mallintamisessa, kuivatuksen suunnittelussa, massalaskennoissa sekä lunastettavan tie- ja rautatiealueen määrittämisessä maanpinnan muotoja ja tehtyjä rakenteita kuvaava maastomalli.

Tie- ja rakennussuunnitteluvaiheessa tarvitaan tarkka maastomalli, jonka avulla voidaan suunnitella lopulliset rakenteet ja jota käytetään myös rakentamisvaiheessa työaikaisiin määrälaskentoihin. Mikäli tie- ja ratasuunnittelu seuraa välittömästi yleissuunnittelua, tehdään tarkka maastomalli jo yleissuunnitelmavaiheessa.

Yleissuunnitelmavaiheessa tarvitaan aina jonkinlainen maastomalli. Tilaaaja määrittää hankekohtaiset tarkkuusvaatimukset, jotka riippuvat mallin tekemiseen käytettävästä menetelmästä ja lähtöaineistosta. Käytännössä tämä tarkoittaa tarkan/yleispiirteisen maastomallin tuottamista tai niiden yhdistelmää.

### TEHTÄVÄT

Suunnitteluvaiheesta riippuen maastomalli voidaan tuottaa monella menetelmällä ja lähtöaineistolla. Lähtöaineistona voi toimia olemassa oleva ilmakuvauus/laserkeilaus/kartta-aineisto tai suunnittelua varten tuotetaan kokonaan uusi malli perustuen uusiin keilauksiin, ilmakuvauxsiin ja mittauksiin.

#### MT 41 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa käytetään saatavilla olevaa maastotietoa kuten Maanmittauslaitoksen laserkeilauksella tuotettua korkeusmallia.

#### MT 42 Yleissuunnitelma

Yleissuunnitelmavaiheessa tuotetaan yleispiirteinen maastomalli, jossa esitetään suunnittelun kannalta oleelliset maastotiedot. Maastomalli tuotetaan yleensä pohjakartan laatimisen yhteydessä. Mallin tarkkuus noudattaa tällöin Kaavoitusmittausohjeet 2003:n vaatimuksia.

Jos yleispiirteistä maastomallia varten tehdään uusi ilmakuvauus tai laserkeilaus, noudatetaan kohdan MT 32 ohjeistusta. Yleissuunnitelmavaiheen maastomallin laatimisohejet on esitetty *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot*, *Mittausohje* kohdassa 4.

Maastomalli voidaan toteuttaa myös ns. hybridimallina, jossa erilaiset suunnittelutarpeet hankkeessa otetaan huomioon mallin tuottamisessa. Esimerkiksi melulaskentaa varten tarvitaan verrattain laaja, mutta tietosisällöltään ja tarkkuudeltaan pelkistetympi malli, joka voidaan yhdistää yleispiirteiseen maastomalliin.

#### MT 43 Tie- / ratasuunnitelma

Tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa tarvitaan tarkka maastomalli. Mikäli tie- tai ratasuunnittelu seuraa välittömästi yleissuunnittelua, pitäisi tarkka maastomalli tehdä jo yleissuunnitteluvaiheessa. Normaalisti tarkkaan maastomalliin sisältyy alueella ole-

vien alle 5 m leveiden uomien ja vesistöjen pohjat. Mikäli uomien tai vesistöjen pohjien mittaaminen ei sisälly työhön, se on mainittava toimeksiannossa.

Maastomallin tuottaminen on kuvattu yksityiskohtaisesti *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje* kohdassa 3.

Tarkan maastomallin lähtötiedot tuotetaan laserkeilauksella, ilmakuvausella tai maastomittauksella.

Lähtötiedot sidotaan koordinaatistoon hankkeelle tuotetun mittausperustan avulla.

Maastomalli voidaan tuottaa myös perustuen olemassa olevaan laserkeilaukseen tai ilmakuvaukseen. Tuotetun maastomallin on täytettävä *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohjeen* laatuvaatimukset.

### Maastomallin tuotantovaiheet

- Laaditaan mittaus suunnitelma (*Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje* liite 6.2)
- Tehdään mittaukset mittaus suunnitelman mukaisesti
- Tuotetaan maastomalli valitun menetelmän mukaisesti
- Editoidaan maastomalli
- Tuotetaan vaadittavat dokumentit ja loppuaineisto

Tiedonkeruu voidaan tehdä eri menetelmillä:

- Laserkeilaus helikopterilla tai lentokoneesta ja niihin yhdistetty ilmakuvaus ortokuvaa varten
- Stereoilmakuvaus kalibroidulla laajaformaattisella kameralla
- Ajoneuvolaserkeilaus
  - Soveltuu erityisesti vilkasliikenteisten väylien mallinnukseen
- Maalaserkeilaus ja stop-and-go ajoneuvokeilaus
  - Soveltuu pienien kohteiden kuten eritasoliittymien mallinnukseen
- Maastokartoitus takymetrillä
  - Soveltuu edellä mainittujen tekniikoiden täydennyskartoituksiin sekä myös pienissä kohteissa koko mallin tuottamiseen

### Mallin muodostus ja editointi sisältää:

- Taiteviivojen tulkinnan ja mittauksen laserpistepilvestä/intensiteettitiedoista/ ortokuvilta tai stereomittauksena
- Maastossa mitattujen kohteiden yhdistämisen malliin
- Laserkeilauspisteistön harventamisen ja maanpinnan hajapisteiden muodostamisen

## LAADUNVARMISTUS

Laadunvarmistus perustuu mallin tuottajan sisäiseen laadunvarmistukseen, joka dokumentoidaan ja raportoidaan työn luovutuksen ja raportoinnin yhteydessä (*Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje* kohdat 3.4 ja 4.4).

Maastomallin tekijä pyytää tilaajaa tekemään luovutettavan aineiston tarkastuksen. Menettely on kuvattu *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje* Maastotietojen näytetarkastus -kohdassa.

## TULOKSET

Lopputuotteena on Tielaitos -formaattissa ja -koodattuna olevat maastomallitiedostot ja niihin liittyvä pakollinen metatiedosto (*Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje* kohta 3.3) sekä mittausraportti (*Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje* liite 6.4).

## DOKUMENTOINTI

Maastomallituotannon dokumentointi koostuu mittaussuunnitelmasta, metatiedostosta ja mittausraportista. Metatiedostossa esitetään mittauksen keskeiset perustiedot ja mittausraportissa niiden lisäksi tekijäorganisaatio ja sisäinen laadunvalvonta. Dokumentoinnin yksityiskohtainen sisältö on kuvattu *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohjeessa*. Samalla, kun tekijä pyytää tilaajalta aineiston tarkastuksen, tilaajalle luovutetaan allekirjoitettu itselleluovutusdokumentti, jossa on kuvattu tehdyt työvaiheet ja tuotetut asiakirjat.



## MT 50 Ilmakuvat

### YLEISTÄ

Ilmakuvat sisältävät runsaasti informaatiota kohteesta, ja niiden tehtävänä on tuoda lisää havainnollisuutta eri suunnitteluvaiheisiin. Ilmakuvia käytetään myös maastotiedon tuottamisessa maastokohteiden tulkinnan tukiaineistona. Ilmakuvista tuotetaan koordinaatistoon sijoitetut ortokuvamosaiikit, joista on poistettu maaston korkeuseroista aiheutuvat sijaintivirheet. Ortokuvien laajuus ja tarvittava maastoresoluutio riippuvat suunnitteluvaiheesta. Esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa kuvia tarvitaan laajemmalta alueelta, ja niille riittää pienempi erotuskyky. Detaljisuunnittelutasolla tarvitaan kuvia kapealta alueelta suurella erotuskyvyllä.

### TEHTÄVÄT

Suunnitteluvaiheesta riippuen voidaan käyttää joko olemassa olevia valmiita ortokuvia tai ilmakuvauksia. Uusien ortokuvien tuottamiseen tarvitaan digitaalimuodossa olevien kuvien lisäksi niiden orientointitiedot sekä maastomalli, joka tarkkuutensa puolesta soveltuu kyseisen suunnitteluvaiheen kuvien tuottamiseen.

### MT 51 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa ilmakuvia voidaan käyttää lisäinformaation tuomiseen esimerkiksi kasvillisuuden ja erilaisten luontoarvojen inventoinnissa. Tarkoitukseen soyvät digitaaliset ortokuvat 0,5 m maastoresoluutiolla. Esisuunnitteluvaiheessa tukeudutaan olemassa olevaan kuva-aineistoon.

Suomessa on käytettävissä koko maan kattava Maanmittauslaitoksen ylläpitämä ortokuva-aineisto, joka on käytettävissä MML:n verkkopalvelun kautta. Maanmittauslaitos toimittaa kuvia myös digitaalisina tiedostoina erillisen tilauksen mukaan. Kuvat ovat saatavilla joko mustavalkoisina tai värillisinä. Osasta maata on saatavilla myös väri-infrakuvia, jotka ovat käyttökelpoisia erityisesti kasvillisuuden arvioinnissa. Lisäksi yksityiset ilmakuvausyritykset ovat tehneet laajoja väri-infrakuvauksia maa- ja metsätalouden tarpeisiin.

### MT 52 Yleissuunnitelma

Yleissuunnitteluvaiheessa käytettävältä ilmakehävaiheesta edellytetään hyvää ajantasaaisuutta, joka on otettava huomioon lähtöaineiston valinnassa. Kuva-aineistona käytetään värillistä orto-oikaistua ilmakehävaiheesta, jonka maastoresoluutio on vähintään 0,25 m. Lähtötietoina käytetään joko erikseen tehtyä tai mahdollisen laserkeilauksen tai kartoitustyön yhteydessä tehtyä ilmakehävaiheesta. Olemassa olevia kuvauksia voidaan käyttää jos ne ovat suunnittelualueen kohdalla riittävän ajantasaisia ja resoluutiovaatimus täyttyy.

Ortokuvamosaiikki tuotetaan orto-oikaistusta ilmakehävaiheesta. Orto-oikaisun maastomallina käytetään joko Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistoa tai hanketta varten tuotettua yleispiirteistä maastomallia.

Ortokuvien tuottaminen on kuvattu *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohjeen* kohdassa 5.

**MT 53 Tie- / ratasuunnitelma**

Tie- ja ratasuunnitteluvaiheessa käytettävän ja niitä varten tehtävän maastomallin tuottamisessa tulkinta-apuna käytettävän ortokuva-aineiston geometriselle tarkkuudelle ja erotuskyvylle (maastoresoluutio) asetetaan suuret vaatimukset. Suunnitteluvaihetta varten tuotetaan ortokuvamosaiikki, jonka maastoresoluutio on vähintään 0.05 m. Kuvaus suoritetaan joko laserkeilauslentojen yhteydessä tai erillisenä ilmakuvauksena. Jos alue on kuvattu stereoilmakuvauksena ja maastomalli tuotetaan stereomittauksena, tuotetaan ortokuvat samasta kuvauksesta.

Ortokuvan tuottamiseen käytetään tarkinta mahdollista maanpintamallia:

- Laserkeilauksen pistepilvestä tuotettu
- Stereomittauksena tehtyyn maastomalliin perustuva

Kuvat sidotaan hankkeen koordinaatistoon sille tehdyn mittausperustan pisteiden avulla valitsemalla niistä sopivia lennon aikaisiksi GPS-tukiasemiksi. Sidonnassa voidaan käyttää hyväksi myös valtakunnallisia EUREF-tasorunko- ja N2000 korkeuspisteinä. Näiden lisäksi lähtöpisteinä voidaan käyttää myös VRS ja FinnRef-verkon kiinteitä tukiasemia.

**MT 54 Rakennussuunnitelma**

Suunnitteluvaiheen kohdalla menettely on sama kuin edellisessä kohdassa MT 53.

**LAADUNVARMISTUS**

Ortokuvamosaiikin tuottaja huolehtii tuotannon sisäisestä laadunvalvonnasta. Laatua voidaan arvioida visuaalisella tarkastelulla sekä mittaamalla kuva-aineiston radiometrisiä ominaisuuksia ja sijaintitarkkuutta.

Ortokuvamosaiikin tärkeimmät laatutekijät ovat:

- Kuvamosaiikki kattaa koko suunnittelualueen
- Kuvan sävyarvot (radiometria) ovat vaatimusten mukaiset
- Mosaiikissa ei esiinny suunnittelualueella pilviä tai häiritseviä pilven varjoja
- Mosaiikissa ei esiinny häiritseviä sävyeroja
- Mosaiikin kuvasaumoissa ei esiinny tarkkuusvaatimuksista poikkeavia epäjatkuvuuksia

Ortokuvamosaiikin tekijä pyytää tilaajaa tekemään luovutettavan aineiston tarkastuksen. Menettely on kuvattu *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje* Maastotietojen näytetarkastus -kohdassa.

**TULOKSET**

Ortokuvamosaiikki toimitetaan pakattuina geokoodattuina kuvatiedostoina

- Pakkausmenetelmä ecw tai jpeg2000, pakkaussuhde enintään 1:20
- Kuvatiedostojen koko enintään 200 Mb
- Resoluutio suunnitteluvaiheesta riippuen 0,5 m, 0,25 m tai 0,05 m

## DOKUMENTOINTI

Ortokuvan tuottamisesta laaditaan ja toimitetaan tuotantoraportti, jossa esitetään seuraavat tiedot:

- Tiedot käytetystä koordinaatistosta
- Ilmakuvaustiedot
- Kuvien sitominen koordinaatistoon
- Oikaisussa käytetty maastomalli
- Kuva-resoluutio
- Sisäinen laadunvalvonta

Raportointi voidaan yhdistää maastomallin mittausraporttiin, jos ortokuvat ja maastomalli tehdään samassa yhteydessä. Toimitukseen ja kuva-aineistoon liitetään pakollisena metatiedosto, jossa annetaan tiedot käytetystä koordinaatistosta ja kuva-resoluutiosta sekä ilmakuvasajankohdasta. Tilaajalle luovutetaan allekirjoitettu itselleluovutusraportti, jossa on kuvattu tehdyt työvaiheet ja tuotetut asiakirjat.

## MT 60 Raiteen kartoitus

### YLEISTÄ

Raiteen kartoitus on erityisen suurta mittaustarkkuutta vaativa toimenpide, joka tehdään ratasuunnittelua varten. Mittauksen tarkoituksena on määrittää nykyisen radan keskilinja ja korkeusviivan sijainti. Keskilinja ja korkeusviiva on määritelty yksityiskohtaisesti julkaisussa Ratatekniset (RATO) ohjeet, osa 2, Liikenneviraston ohjeet 03/2010.

Mittauksen erityisluonne asettaa suuret vaatimukset mittauskalustolle ja mittaushenkilökunnan ammattitaidolle.

### TEHTÄVÄT

Raiteen kartoitus suoritetaan takymetrilla suoraan lähimmältä mittausperustan pisteeltä.

- Kartoitetaan raide *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohjeen* kohdassa 3.2.4.5 esitetyllä tavalla
- Laaditaan kartoituksesta mittausraportti

### LAADUNVARMISTUS

Laadunvarmistuksen menettelyihin kuuluvat mittauslaitteiden säännöllinen kalibrointi ja muun kaluston kunnossapito, kuten optisten luotien tarkistus sekä työnaikaiset tarkistusmittaukset. Raiteen kartoituksen tekijä pyytää tilaajaa tekemään aineistolle vastaanottotarkastuksen ja tarvittaessa otantaan perustuvan tarkastusmittauksen maastossa. Vastaanottotarkastuksessa ei käytetä *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje* Maastotietojen näytetarkastus -kohdassa kuvattua menettelyä.

### TULOKSET

Mittauksen tuloksena saadaan

- Raiteen keskilinja ja korkeusviiva taiteviivana Tielaitos -formaatissa
- Metatiedosto, jossa kuvaus koordinaatistosta, mittausajankohta, mittausmenetelmä
- Havainto- ja orientointitiedostot

### DOKUMENTOINTI

Raiteen kartoituksen dokumentointiin kuuluu:

- Mittausraportti
- Työmaapäiväkirjat
- Laadunvalvonnan dokumentit

### VIITTEET

Ratatekniset (RATO) ohjeet, osa 2, Liikenneviraston ohjeet 03/2010.

## **MT 70 Ohjeeseen liittyviä käsitteitä ja määritelmiä**

### **KOORDINAATISTO**

Suorakulmainen järjestelmä, jolla ilmoitetaan kohteen sijainti koordinaattilukujen avulla. Tie- ja ratahankkeissa käytetään valtakunnallista koordinaatistoa joka on sidottu Eurooppalaiseen EUREF -koordinaattijärjestelmään.

### **KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ**

Joukko suureita, jotka tarvitaan koordinaatiston määrittelemiseksi, sijoittamiseksi ja orientoimiseksi. Tärkeimmät suureet ovat Maa -planeettaa matemaattisesti kuvaavan vertausellipsoidin isoakselin puolikas ja litistyneisyys suhde.

### **KORKEUSJÄRJESTELMÄ**

Järjestelmä, jonka avulla ilmoitetaan kohteen korkeus nollatasosta. Tie- ja ratahankkeissa siirrytään käyttämään N2000 -järjestelmää joka on sidottu yleiseurooppalaiseen nollatasoon.

### **MITTAUSPERUSTA**

Maastoon kiinteästi rakennettujen pisteiden ja niiden koordinaattien muodostama kokonaisuus, jonka avulla hankkeen maastotiedot sidotaan koordinaatistoon. Mittausperusta on hierarkkinen ja muodostuu ylemmän tason peruspisteistä ja niiden väliin sijoittuvista käyttöpisteistä

### **STAATTINEN GPS -MITTAUS**

Satelliittimittausmenetelmä, jota käytetään tarkoissa mittaustöissä kuten mittausperustan tuottamisessa ja sitomisessa valtakunnalliseen koordinaatistoon.

### **LASERKEILAUS**

Mittausmenetelmä, joka perustuu laserpulssien avulla tapahtuvaan etäisyysmittaukseen sekä keilaimen paikan ja asennon määrittämiseen. Menetelmä tuottaa erittäin tiheän koordinaattipistejoukon.

### **MAASTOMALLI**

Maastomalli on digitaalisessa muodossa oleva, taiteviivoista ja pisteistä ja niihin liittyvistä ominaisuustiedoista koostuva aineisto, jota käytetään tie-, rata- ja rakennussuunnitteluvaiheessa maaston pintaa ja rakenteita kuvaavana lähtötietona. Maastomalli on tarkin tie- ja ratasuunnittelussa käytettävä maastotietoaineisto.

**DIGITAALINEN POHJAKARTTA**

Numeerisena tiedostomuodossa oleva kartta, joka muodostuu viivamaisia ja aluemaisia kohteita kuvaavista vektoreista, pistemäisiä kohteita kuvaavista symboleista sekä teksteistä. Kohteisiin liittyy niiden tyypin yksilöivä ominaisuustieto tai koodi. Kartta voi olla myös rasterimuotoinen kuvatiedosto, jolloin sen käyttö perustuu visuaaliseen tulkintaan.

**ORTOKUVA**

Digitaalisessa muodossa oleva, koordinaatistoon sijoitettu ilmakuva. Ilmakuvasta on laskennallisesti poistettu maanpinnan korkeuserojen aiheuttamat siirtymät.

**ORTOKUVAMOSAIKKI**

Ortokuvista muodostettu yhtenäinen kuvatiedosto, josta on kuvankäsittelyn avulla häivytetty kuvien saumat ja tasattu sävyerot

**LAADUNTARKASTUS, NÄYTETARKASTUS, VASTAANOTTOTARKASTUS**

Tie- ja ratahankkeiden maastotietojen tarkastus, jonka tilaaja toteuttaa. Tarkastus ja siitä seuraava maastotietoaineiston hyväksyminen tai hylkääminen tehdään kansainvälisiin ISO-laatustandardeihin perustuvilla näytteenottomenetelmillä.

## MT 100 Maaperätietojen hankinta

### LÄHTÖKOHDAT JA PÄÄMÄÄRÄT

Pohjatutkimusten tavoitteena on selvittää suunniteltavan kohteen pohjasuhteet siten, että voidaan valita edullisin linjaus- ja tasausvaihtoehto sekä suunnitella tarvittavat väylärakenteet ja pohjavahvistukset. Lisäksi tavoitteena on arvioida leikkausmassojen määrä ja käyttökelpoisuus rakentamiseen sekä tunnistaa projektin massatalouteen ja aikataulutukseen liittyvät riskit.

Pohjatutkimusten ja maaperätietojen tuottamisessa keskeiset osapuolet ovat:

- Toimeksiantaja, joka vastaa toimeksiannon määrittelystä ja hankkimisesta sekä hyväksymisestä. Toimeksiantaja voi olla tai tilaaja tai tilaajan valtuuttama konsultti.
- Pohjatutkimuskonsultti: tutkimusten tekijä, joka vastaa tutkimusten tekemisestä ja tuottamiensa tulosten paikkansa pitävyydestä toimeksiantonsa mukaisesti.
- Geosuunnittelija, joka laatii pohjatutkimusohjelman ja vastaa sen tavoitteiden saavuttamisen arvioinnista ja raportoinnista tilaajalle. Geosuunnittelija voi toimia myös toimeksiantajana.

Tutkimuksia tehdään suunnittelun eri vaiheissa siten, että tutkimusten tarkkuus vastaa kunkin suunnitteluvaiheen vaatimuksia. Koska rakennussuunnitelma tehdään usein juuri ennen rakentamista tai rakentamisen aikana, on tärkeää, että jo aikaisempien suunnitelmavaiheiden yhteydessä tehdään kattavat pohjatutkimukset siten, että edullisimmat pohjanvahvistusmenetelmät sekä niiden massat ja kustannukset voidaan määrittää. Luotettava kustannusarvio laaditaan tie- ja ratasuunnitteluvaiheessa. Lisäksi on pystyttävä määrittämään rakenteiden tarvitsema tila sekä työnaikaisesti että valmiissa tilanteessa ja riskit muutoksille. Ensimmäisissä suunnitteluvaiheissa tehdään sellaiset tutkimukset, joiden perusteella voidaan rajata tarkempia tutkimuksia vaativat kohteet sekä määrittää, onko suunniteltu toteutustapa ylipäättään mahdollinen käytettävissä olevalla rahoituksella, aikataululla ja kyseisellä alueella. Hankkeen kokonaisu-aikataulussa tulee myös ottaa huomioon pohjatutkimusten kesto ja vuodenaika. Kairaukset ja näytteenotto voidaan tehokkaasti ohjelmoida oikeisiin paikkoihin esimerkiksi geofysikaalisten tutkimusten perusteella, jolloin on mahdollista päästä huomattaviin kustannussäästöihin.

Pohjatutkimuksia ohjelmoitaessa ja tehtäessä on otettava huomioon, että ei aiheuteta tarpeetonta vahinkoa läheisille rakenteille tai ympäristölle. Varsinkin paineellisen pohjaveden esiintyminen on otettava huomioon jo tutkimuksia ohjelmoitaessa sekä erityisesti tutkimuksia tehtäessä.

Ohjeessa on kuvattu kussakin suunnitteluvaiheessa tarvittavat tutkimustiedot ja ohjeistettu niiden hankinnassa ja tuottamisessa huomioon otettavat keskeiset turvallisuuteen, hyväksyttävyyteen, tekniikkaan ja laatuun liittyvät näkökohdat sekä tarvittavat etukäteisvalmistelut. Hankinnoissa määritellään riittävän tarkasti kohteessa suunnitteluvaiheessa tehtävät tutkimukset ja niiden erityispiirteet.

Ohjetta tulee käyttää yhdessä ohjeen *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset TIEH 2100057-08* kanssa, jossa on kuvattu laatuvaatimukset eri pohjatutkimustiedoille.

Tästä toimintaohjeesta löytyy vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

1. Mitä pohjatutkimustietoja tulee hankkia kuhunkin suunnitteluvaiheeseen (Taulukko 1, matriisin rivit).
2. Mitä pohjatutkimustietojen tuottamiseen liittyviä teknisiä ja laatuäkökohtia hankintaa tehdessä tulee noudattaa.
3. Miten eri pohjatutkimustiedot toimivat koko suunnittelun elinkaareissa (Taulukko 1, matriisin sarakkeet).
4. Miten pohjatutkimustietojen laatu varmistetaan.

	MT120	MT130	MT140	MT150	MT160	MT170	MT180	MT190	MT200	MT210
	Olemassa olevat pohjatutkimukset	Pehmeikkö-tutkimukset	Kantavan maan tutkimukset	Siltojen ja muiden rakenteiden tutkimukset	Tunnelin pohjatutkimukset	Nykyisten rakenteiden tutkimukset	Päällysteiden ki-viainestutkimukset	Pohjavesi-tutkimukset	Ennako- ja seuran-tamittaukset	PIMA- ja sediment-titutkimukset
Esisuunnittelu	MT121	MT131	MT141	MT151	MT161	MT171	MT181	MT191	MT201	MT211
Yleissuunnitelma *	MT122	MT132	MT142	MT152	MT162	MT172	MT182	MT192	MT202	MT212
Tiesuunnitelma	MT123	MT133	MT143	MT153	MT163	MT173	MT183	MT193	MT203	MT213
Ratasuunnitelma	MT123	MT133	MT143	MT153	MT163	MT173	MT183	MT193	MT203	MT213
Rakennus-suunnitelma	MT124	MT134	MT144	MT154	MT164	MT174	MT184	MT194	MT204	MT214

Taulukko 1. Pohjatutkimustietojen hankinta eri suunnitteluvaiheissa

\* Yleissuunnitelmalla tarkoitetaan maantie- tai ratalain mukaista yleissuunnitelmaa tai muuta yleissuunnitteluvaihetta

Tiedon tarkkuustaso on yllä olevassa taulukossa esitetty seuraavasti:

Yleispiirteinen ja yleisistä lähteistä peräisin oleva tietotaso on esitetty kursivilla tekstillä	MT141
Tarkempi ja osin uusiin tutkimuksiin sekä selvityksiin perustuva tietotaso on esitetty normaalilla tekstillä	MT142
Tarkin ja uusiin tutkimuksiin sekä selvityksiin perustuva tietotaso on esitetty lihavoidulla tekstillä	MT143

## LAADUN VARMISTUS

Riittävän laatutason saavuttamisen lähtökohtana kaikissa maastotietojen tuottamisessa on pohjatutkimuskonsultin sisäinen laadunvarmistus.



Tilaaaja tai hankkeen geosuunnittelija toimeksiantonsa mukaisesti seuraa ja varmistaa tutkimuskonsulttien toimittamien aineistojen laatua tekemillään tarkastuksilla, tutkimuskonsultin itselle luovutusdokumentaation avulla sekä pohjatutkimusten työraporttien avulla. Näissä asiakirjoissa osoitetaan luovutetun aineiston vaatimustenmukaisuus.

Tilaaaja voi erikseen sovittaessa edellyttää pohjatutkimusten toimituserän hyväksyttämistä tarkastajalla laskutusluvan saamiseksi.

## MT 110 Yleiset vaatimukset

### YLEISTÄ

Tässä kohdassa kuvataan tutkimuksiin ja mittauksiin liittyvät yleiset vaatimukset. Nämä vaatimukset koskevat kaikkia tutkimuksia ja mittauksia ja niitä on täydennetty jäljempänä kohdekohtaisilla vaatimuksilla.

Yksityiskohtaisempaa ohjeistusta alla olevista vaatimuksista on esitetty ohjeissa *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, Tiehallinto 2008* ja *Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3, Ratahallintokeskus 2008*.

### MT 111 Turvallisuus

Tutkimuskohteesta ja työ laadusta riippuen tutkimustyöstä vastaavilla ja työn tekijöillä on oltava seuraavat pätevydet:

- Tieturva I; kaikilla tie- ja katu alueilla työskentelevillä
- Tieturva II; tie- ja katualueilla maastotöiden työnjohtajilla ja maastotöistä vastaavilla sekä liikenteenohjaussuunnitelmien laatijoilla
- Ratatyöturvallisuuspätevyys; kaikilla rautatiealueella työskentelevillä

Tie- tai katualueilla työskenneltäessä tutkimuskonsultti laatii tutkimustyönäikaiset liikenteenohjaussuunnitelmat ja hyväksyttää ne paikallisella asiasta vastaavalla viranomaisella. Tarvittaessa annetaan määräys työn tekemisestä ns. hiljaisina tunteina, päävähillä usein aamuyöllä.

Rautatiealueella työskenneltäessä tutkimuskonsultti laatii turvallisuussuunnitelman, joka on hyväksyttävä tilaajalla ennen töiden aloitusta. Turvallisuussuunnitelma tehdään ohjeen *Turvallisuussuunnitelmien laadinta, 2585/610/2007, Liikennevirasto* mukaisesti. Työskenneltäessä rautatiealueella noudatetaan ohjetta *Radanpidon turvallisuusohjeet, TURO, Ratahallintokeskuksen julkaisuja B24*.

Ennen tutkimuksia pohjatutkimuskonsultti selvittää kaapeli- ja johtotiedot ja pyytää tarvittavat näytöt. Selvitystyö ja näytöt dokumentoidaan pohjatutkimusten työraportissa.

### MT 112 Asianomistajien informointi ja vahinkojen korvaus

Ennen tutkimustöiden aloitusta tilaaja toimittaa tutkimuskonsultille maastotöiden tutkimusluvan. Tilaaja tai suunnittelukonsultti laatii maastotyötiedotteen maanomistajille tiedottamista varten. Maanomistajille tiedottamisen laajuudesta ja käytettävistä kanavista sovitaan toimeksiannon yhteydessä. Tilaaja tai tilaajan suunnittelukonsultti toimittaa maanomistajatiedot kiinteistörajoihin tutkimuskonsultille ennen tutkimustöiden aloitusta.

Maastotyötiedotteesta on selvittävä vähintään seuraavat asiat:

- Hankkeen täydellinen nimi
- Alueet, joille tutkimukset kohdistuvat
- Tutkimusten arvioitu suoritus aika: aloitus ja arvioitu kesto sekä mahdolliset katkot tai tauot

- Tutkimuskonsultin yhteyshenkilö yhteystietoineen sekä varahenkilön yhteystiedot
- Tilaajan yhteyshenkilö yhteystietoineen
- Suunnittelukonsultin yhteyshenkilö yhteystietoineen
- Kuulutus suunnittelu- ja tutkimushankkeesta liitteeksi

Tiedote annetaan maastossa työskenteleville yhteydenottoja varten.

Tutkimustyöt on suoritettava siten, että niistä aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa maan- tai laiteomistajalle, tienkäyttäjille tai tutkimusten vaikutusalueella työskenteleville. Pohjatutkimuskonsultti vastaa ensisijaisesti aiheutuneista vahingoista. Toimeksiannossa sovitaan edellytyksistä, joiden perusteella tilaaja korvaa välttämättömät vahingot sekä vahinkotapausten korvauksissa noudatettavista menettelytavoista.

Syntyneet vahingot dokumentoidaan vahinkoilmoitukseen. Vahinkoilmoituksen allekirjoittaa myös maanomistaja ja hänelle luovutetaan kopio allekirjoitetusta ilmoituksesta mahdollista myöhempää yhteydenottoa varten.

### MT 113 Pätevyys

Tutkimuskonsultin tulee nimetä hankkeeseen päteväksi osoitetut käyttäjät ja vastaa-va geotekninen asiantuntija sekä kenttätutkimuksiin että geoteknisiin laboratoriotutkimuksiin.

Pohjatutkimusryhmän vastuukäyttäjän ammatillinen pätevyys todennetaan Liikenneviraston ohjeen *Pohjatutkijan pätevyys, 6018/013/2010 Liikennevirasto* tai kulloistenkin voimassa olevan ohjeen mukaisesti ja noudattaen soveltuen ohjetta *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, Tiehallinto 2008*.

Vastaavan geoteknisen asiantuntijan pätevyys todennetaan noudattaen ohjetta *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, Tiehallinto 2008*.

Pätevyudet dokumentoidaan pohjatutkimustöiden työraportissa.

### MT 114 Kalusto- ja tarkkuusvaatimukset

Pohjatutkimuskonsultin tulee osoittaa, että sillä on tutkimustyötä varten tarvittava laitteisto. Laitteistojen tulee täyttää tutkimusten menetelmäohjeiden vaatimukset. Laitteiston tarkastuksissa ja kalibroinneissa noudatetaan ohjetta *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, Tiehallinto 2008*. Pohjatutkimuskonsultin on huolehdittava, että tutkimuksissa käytetään teholtaan olosuhteisiin sopivaa kalustoa. Esimerkiksi paksujen ja tiiviiden kitkamaakerrosten läpäisyyn on käytettävä riittävän tehokasta porakonetta ja olemassa olevien rakennekerrosten näytteenottoon suositellaan putkinäytteenotinta.

Tutkimuspisteet mitataan paikalleen riittävällä tarkkuudella tutkimustulosten käyttötarkoitus huomioon ottaen. Sijainnin epätarkkuudesta on eniten haittaa kohteissa, joissa maan- tai kallion pinta ja kerrosrajat muuttuvat nopeasti siirryttäessä sivusuunnassa. Kairausten ja geofysikaalisten tutkimusten paikalleen mittaus tulee suorittaa noudattaen ohjetta *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohjeet, Liikennevirasto 2011*. Tutkimuspisteet mitataan paikalleen seuraavalla tarkkuudella:

- tasosijainnin keskivirhe 200 mm ja yläraja 400 mm (maksimivirhe)
- korkeuden keskivirhe 50 mm ja yläraja 100 mm (maksimivirhe)

Mikäli tutkimuksissa edellytetään sijainnin ja korkeustason tarkempaa tarkkuusvaatimusta, niin se esitetään tutkimusohjelmassa ja sen vaikutuksista kustannuksiin sovitetaan toimeksiannossa.

Tutkimusten paikalleen mittaus tehdään samalla tarkkuudella myös alustavissa suunnitelmavaiheissa, koska tutkimukset viedään suunnittelujärjestelmään ja ne ovat käytössä myös tarkemmissa suunnitteluvaiheissa. Mittauksissa on huolehdittava siitä, että lähtöpisteet ovat luotettavia ja mittauksessa ei käytetä liian pitkiä mittausmatkoja. Lähtöpisteet täytyy tarkistaa mittauksen yhteydessä. Paikalleen mittaukset dokumentoidaan siten, että mittaustapa ja saavutettu tarkkuus voidaan määrittää jälkikäteen. Käytetyt kiintopisteet ja mittausten tarkkuustaso dokumentoidaan pohja-tutkimustöiden työraportissa.

Tutkimuskohteissa, joissa on käytettävissä tarkka maastomalli, verrataan tutkimuspisteiden ja maastomallin korkeustietoja keskenään osana tutkimuspisteiden sijaintitietojen laadunvalvontaa. Korkeustietojen vertailusta sovitaan erikseen toimeksiannossa.

#### **MT 115 Tutkimusten apukalusto**

Tutkimustyössä tarvittava apukaluston mahdollinen tarve määritetään pohjatutkimusohjelmissa. Pohjatutkimuskonsultti vastaa siitä, että tutkimustyössä käytetään työhön sopivaa ja turvallista apukalustoa. Tilaajan vaatiessa pohjatutkimuskonsultin tulee osoittaa apukaluston käyttökelpoisuus ja laatu. Seuraavassa on lueteltu eräitä apukaluston käyttökohteita ja niihin liittyviä erityispiirteitä:

- vesistöön tehtävät tutkimukset lautalta (vesisyvyys, virtausolot, suojaputkien käyttö, mobilisaatio/demobilisaatio, vakuutukset)
- vesistön pohjalta sukeltajatyönä tehtävät tutkimukset, esim. sedimenttinäytteet, (vesisyvyys, virtausolot)
- jäältä tehtävät tutkimukset (jään kantokyky, kaluston paino, vesisyvyys, suojaputkien käyttö, vakuutukset)
- apurakennelmat, esim. ajosillat suurten ojien yli
- kiskopyöräkoneen käyttö radalla tehtävissä tutkimuksissa
- puomin päässä olevan kairayksikön käyttö ojan yli takaluiskaan tai jyrkkään rinteeseen tehtäviin kairauksiin

#### **MT 116 Ympäristön huomioon otto ja jälkihoito**

Tutkimukset tulee suorittaa siten, että olosuhteet tutkimusalueella säilyvät ennallaan myös tutkimusten jälkeen. Pohjatutkimuskonsultti on velvollinen tekemään tutkimusten jälkihoitoon liittyvät työt.

Tutkimusohjelmissa tulee ottaa huomioon erityisesti paineellisen pohjaveden esiintymismahdollisuus ja määrittää tutkimusreikien sulkeminen. Tutkimuskonsultti on velvollinen sulkemaan myös ne tutkimusreiät, joissa tutkimustyön aikana havaitaan paineellista pohjavettä. Paineellisen pohjaveden esiintyminen ja tutkimusreikien sul-

keminen dokumentoidaan tutkimuskohtaisiin tietoihin sekä pohjatutkimuksen työraporttiin.

Tutkimuskonsultti on aina velvollinen sulkemaan kalliotutkimusreiät sementoimalla, ellei tutkimusohjelmassa ole muuta määrätyä.

Tie-, katu- ja piha-alueilla tehtävät tutkimusreiät tulee aina täyttää ja tiivistää rakennekerroksia vastaavalla kiviaineksella. Asfaltoiduissa kohteissa asfalttiin tehdään paikka, joka tiivistetään jyrällä ja varmistetaan, että paikan ja alkuperäisen päällysteen rajaan ei jää kynnystä. Kivetyillä kiveys puretaan tutkimuspisteen kohdalta ja palautetaan ennalleen tutkimuksen jälkeen. Mikäli kiveyksen purkaminen ei ole mahdollista, niin läpiporaukseen on kysyttävä lupa tilaajalta.

Nykyisten pohjavesisuojausten kohdalle osuvat pisteet on siirrettävä suojauksen ulkopuolelle. Pohjavesisuojauskohteet on otettava huomioon tutkimusohjelmia laadittaessa.

Mahdollisten hydrauliiikkaöljy-, moottoriöljy- tai polttoainevuotojen torjumiseksi tutkimusyksiköllä pitää olla välittömässä läheisyydessä käytettävissä öljyn imeytykseen tarkoitettua turvetta. Pienissä vuodoissa, esimerkiksi hydrauliiikkaletkun haljetessa öljy imeytetään turpeeseen ja öljyllä pilaantunut maa lapioidaan pois. Öljyllä pilaantunut aines viedään asiaankuuluvaan ongelmajätepaikkaan. Isommissa vahingoissa on aina pyydyttävä apua pelastusviranomaisilta. Tapahtuneet öljyvuodot ja niiden jälkihoitotoimenpiteet dokumentoidaan pohjatutkimuksen työraporttiin.

Tilaaja määrittää luonnonsuojelualueet, herkäät luontokohteet, muinaismuistot tai pilaantuneiksi tiedetyt alueet. Tutkimusohjelmissa otetaan huomioon näiden kohteiden tutkimuksille asettamat rajoitukset. Näissä kohteissa tehtävistä tutkimuksista pohjatutkimuskonsultti informoi pyydettäessä asianomaisia viranomaisia tutkimusten ajankohdasta ennen tutkimustöiden suorittamista. Erityisesti pohjavesialueilla ja vesistöissä tehtävissä tutkimuksissa pohjatutkimuskonsultti on velvollinen huolehtimaan ympäristömääräysten noudattamisesta.

Mikäli tutkimuksissa saadaan viitteitä pilaantuneesta maasta, josta ei ole aikaisempaa tietoa, tulee tästä ilmoittaa välittömästi tilaajalle.

Tilaaja määrittää ne ajankohdat, jolloin työaika on kohteessa rajoitettu, tai kun kohteessa on erityisiä meluun tai pölyyn liittyviä rajoituksia.

#### **MT 117 Työnaikainen liikenteen ohjaus ja raideliikenteen turvajärjestelyt**

Tutkimustyössä tarvittavan työnaikaisen liikenteenohjauksen tarve määritetään pohjatutkimusohjelmissa. Pohjatutkimuskonsultti laatii tarvittavat liikenteenohjaussuunnitelmat ja hyväksyttää ne tilaajalla.

Raideliikenteen edellyttämästä turvamiehen käytöstä, jännitekatkoista ja raidevarauksista sovitaan toimeksiannossa ja kyseessä olevien toimenpiteiden suorituksessa noudatetaan voimassaolevaa Liikenneviraston ohjetta, *Radanpidon turvallisuusohjeet, TURO*.

Työnaikaisen liikenteen ohjausjärjestelyt ja raideliikenteen turvajärjestelyt dokumentoidaan pohjatutkimuksen työraporttiin.

#### **MT 118 Dokumentointi- ja arkistointi**

Pohjatutkimusten tulosten toimittamisessa ja dokumentoinnissa noudatetaan ohjetta *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset* ja arkistoinnissa ohjetta *Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa*.

Pohjatutkimusten suoritus dokumentoidaan pohjatutkimusten työraporttiin noudattaen ohjetta *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset*. Työraportissa kuvataan lisäksi itselle luovutuksen prosessi. Jokaiselle tutkimusten toimituserälle tehdään itselle luovutus, joka dokumentoidaan muistioon ja toimitetaan tilaajalle toimitusterän mukana.

Pohjatutkimusten työraportin lisäksi muita tutkimuksiin liittyviä dokumentteja ovat:

- Turvallisuussuunnitelma
- Maastotyötiedote
- Vahinkoilmoitus
- Työnaikainen liikenteenohjaussuunnitelma
- Itselle luovutus - muistio

#### **VIITTEET**

Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08

Turvallisuussuunnitelmien laadinta, 2585/610/2007, Liikennevirasto

Radanpidon turvallisuusohjeet, TURO, Ratahallintokeskuksen julkaisu B24

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohjeet, Liikennevirasto 2011

Pohjatutkijan pätevyys, 6018/013/2010 Liikennevirasto

Radanpidon vuorovaikutusohje, Koekäytössä oleva ohje (15.1.2011)

Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011

## MT 120 Olemassa olevat tutkimukset

### YLEISTÄ

Suunnitteluhankkeissa selvitetään ensin maaperään liittyvä olemassa oleva lähtöaineisto. Lähtöaineistoa voidaan käyttää sellaisenaan esi- ja yleissuunnitelmavaiheessa sekä tarkemmissa suunnitteluvaiheissa lisätutkimusten ohjelmoinnin apuna. Lähtöaineistona voidaan hyödyntää seuraavia lähteitä:

- Maa- ja kallioperäkartat, peruskartat
- Ilmakuvat
- Nykyisten rakenteiden suunnitelmat sekä pehmeikkö- ja perustamistaparekisterien tiedot
- Aikaisempien suunnitelmavaiheiden tutkimukset
- Sidosryhmien (esim. kunnat) tekemät pohjatutkimukset
- Hankkeeseen liittyvät vanhat ja uudet suunnitelmat sekä selvitykset
- Muut alueelta saatavissa olevat maankamaran rakenneselvitykset (esim. GTK, oppilaitokset)

Lähtöaineiston selvitys ja hankinta kuuluu suunnittelukonsultin tehtäviin.

Aikaisemmin tehtyjen suunnittelu- tai rakentamishankkeiden vanhoja pohjatutkimus- sekä maaperätietoja hyödynnetään täysimääräisesti. Hyödyntämisen edellytyksenä on niiden käyttökelpoisuuden ja luotettavuuden arviointi. Luotettavuuden arviointi tehdään noudattaen ohjetta *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset Tiehallinto 2008* ja arviointi kuuluu hankkeen geosuunnittelijan tehtäviin. Vanhojen käyttökelpoisiksi ja luotettaviksi määritettyjen tutkimusten digitointi tehdään viimeistään tie- ja rata-suunnitteluvaiheessa. Digitointityöstä sovitaan aina erikseen tilaajan kanssa.

Tutkimukset digitoidaan kyseessä olevan hankkeen koordinaatti- ja korkeusjärjestelmään. Digitoituun tutkimusaineistoon liitetään ohjeessa *Pohjatutkimusten talletustavat, Liikennevirasto, ohje 10.2.2011* vaaditut tiedot.

Kaikki selvityksissä saatu aineisto skannataan sähköiseen muotoon hankintavaiheessa ja liitetään mukaan seuraavan suunnitteluvaiheen aineistoon lähtötiedoksi. Aina uuden suunnitteluvaiheen käynnistyessä tarkastetaan edellisessä suunnitteluvaiheessa hankittujen tietojen ajantasaisuus ja päivitetään tiedot muuttuneilta osiltaan.

### TEHTÄVÄT

#### MT 121 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa selvittävät olemassa olevat tiedot pohjasuhteista:

- Maaperä- ja kallioperäkartat, peruskartat
- Ilmakuvat
- Vanhat suunnitelmat (suunnitelmakartat, pituusleikkaukset, pohjavahvistuskartat)
- Pehmeikkö- ja pohjavahvistusrekisterien tiedot
- Muut aluetta koskevat maankamaran rakenneselvitykset

**MT 122 Yleissuunnitelma**

Yleissuunnitteluvaiheessa selvittävät olemassa olevat tiedot pohjasuhteista **esi-suunnitteluvaiheessa selvitettyjen lisäksi:**

- Maaperä- ja kallioperäkartat, peruskartat
- Vanhat suunnitelmat, edellisen suunnitteluvaiheen jälkeen täydentyneet
- Olemassa olevat tutkimukset tutkimusrekistereistä
- Sidosryhmien tekemät pohjatutkimukset ja liittyvät suunnitelmat

**MT 123 Tie- / ratasuunnitelma**

Tie- ja ratasuunnitteluvaiheessa selvittävät olemassa olevat tiedot pohjasuhteista **yleissuunnitelmavaiheessa selvitettyjen lisäksi:**

- Olemassa olevat tutkimukset tutkimusrekistereistä, edellisen suunnitteluvaiheen jälkeen täydentyneet tutkimukset
- Sidosryhmien tekemät pohjatutkimukset ja liittyvät suunnitelmat, edellisen suunnitteluvaiheen jälkeen täydentyneet asiat
- Vanhat väyläsuunnitelmat (poikkileikkaukset, yksityiskohtaiset geotekniset suunnitelmat)
- Vanhat siltasuunnitelmat
- Tutkimusten digitointi vanhoista suunnitelmista (vanhat suunnitelmat skannataan mukaan aineistoon)

**MT 124 Rakennussuunnitelma**

Rakennussuunnitteluvaiheessa selvittävät olemassa olevat tiedot pohjasuhteista **tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa selvitettyjen lisäksi:**

- Olemassa olevat tutkimukset tutkimusrekistereistä, edellisen suunnitteluvaiheen jälkeen täydentyneet tutkimukset
- Sidosryhmien tekemät pohjatutkimukset ja liittyvät suunnitelmat, edellisen suunnitteluvaiheen jälkeen täydentyneet asiat
- Edellisessä vaiheessa mukana olleen suunnittelijan tietämys ja havainnot kohteesta, ns. suunnittelijan testamentti

**LAADUNVARMISTUS**

Kaikelle hankitulle aineistolle tehdään käyttökelpoisuuden arviointi. Digitoitavien tutkimusten laatutavoitteet sekä laadunvarmistuksen menettelyt tehdään ohjeita *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset* ja *Pohjatutkimusten talletustavat* noudattaen. Laadunvarmistus tehdään tulosten toimittamisen yhteydessä. Työn tekee aineiston toimittava konsultti. Itselle luovutuksessa tarkastetaan:

- Tiedostojen formaatti
- Pisteiden tunniste- ja sijaintitiedot
- Digitoidun tiedon oikeellisuus

Itselle luovutuksesta tehdään kirjallinen muistio, joka toimitetaan allekirjoitettuna aineiston toimituserien yhteydessä.



## TULOKSET

Digitoinnin tulokset luovutetaan sähköisessä muodossa.

- Pohjatutkimukset uusimmassa Infra - pohjatutkimusformaatissa
- Luotaukset Tielaitos -formaatissa” (*Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje, Liite 1*)
- Erityiskohteista laadittu lausunto tai raportti

## DOKUMENTOINTI

Digitoitujen tutkimusten tulosten toimittamisessa ja dokumentoinnissa noudatetaan ohjeita *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset sekä Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa*.

Arkistoinnissa noudatetaan Liikenneviraston ohjetta: *Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011*. Lisäksi tutkimukset arkistoidaan yhdessä projektin muun aineiston kanssa.

Työn itselle luovutus dokumentoidaan allekirjoitettuun muistioon.

## VIITTEET

Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08, 2008

Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje, Liite 1, Liikenneviraston ohjeita 18/2011

Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011

Yleissuunnittelu. Toimintaohjeet. Liikenneviraston ohjeita 19/2010

Tiesuunnitelma. Toimintaohjeet. Liikenneviraston ohjeita 20/2010

## MT 130 Pehmeikkötutkimukset

### YLEISTÄ

Väylien pehmeikkötutkimusten tavoitteena on selvittää toimenpiteitä vaativat pehmeikkökohteet. Menetelmät ja tavoitteet tarkentuvat suunnitteluvaiheiden edetessä, mutta jo suunnittelun alkuvaiheessa on kyettävä tunnistamaan huomattavia pohjanvahvistustoimenpiteitä vaativat pehmeiköt. Yksityiskohtaisempi ohjeistus suunnittelu- ja rakentamisvaiheiden tutkimuksista on esitetty ohjeessa *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset (TIEH 2100057-08): Luku 8 Suunnittelu- ja rakentamisvaiheiden tutkimukset*. Soveltuvat laboratoriotutkimusmenetelmät on esitetty liitteessä 1.

### TEHTÄVÄT

#### MT 131 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa tiedot pehmeikköjen pohjasuhteista saadaan seuraavista aineistoista:

- Maaperäkartta
- Olemassa olevat tutkimukset
- Vanhat suunnitelmat

Mikäli näillä tiedoilla ei voida arvioida suunnitelmaratkaisujen toteuttamiskelpoisuutta, on hankkeeseen tehtävä uusia pohjatutkimuksia. Pohjatutkimuksissa sovelletaan tällöin alla olevaa yleissuunnitelmavaiheen ohjeistusta.

#### MT 132 Yleissuunnitelma

Yleissuunnitelmaa laadittaessa tulee olla käytettävissä suunnitelman toteuttavuuden arviointia sekä vaihtoehtojen luotettavaa vertailua varten riittävät pohjasuhdetiedot pehmeikkökohteista. Tehtävänä on:

- Pohjanvahvistusten tarpeellisuuden selvittäminen
- Alustavan pohjanvahvistustavan valinta
- Alueelliseen vakavuuteen ja tärinään liittyvät ympäristövaikutukset

Pehmeikkökohteiden alustava tarkastelu tehdään käyttäen seuraavia menetelmiä:

- Maasto- ja karttatarkastelu
- Maaperäkartat
- Geofysikaaliset menetelmät (maatutkaluotaus turvealueilla)
- Uudet pohjatutkimukset (paino- ja siipikairaukset, häiriintyneet näytteet)
- Näytetutkimukset (luokituskokeet)
- Harvemmin käytettyinä geofysikaalisina menetelminä seisminen luotaus, painovoimamittaus tai maavastusluotaus

### MT 133 Tie- / ratasuunnitelma

Tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa on pehmeikköjen pohjasuhteet selvitettävä sillä tarkkuudella, että kaikki rakenteet voidaan suunnitella riittävän yksityiskohtaisesti. Tehtävänä on:

- Pohjanvahvistusta vaativien pehmeikköjen tarkempi rajaus
- Kerrosrajat vakavuus ja painumatarkasteluja varten
- Pohjanvahvistusmenetelmän valinta
- Ympäristövaikutusten selvittäminen
- Rakennusmateriaalien säilyvyyden arviointi

Pohjasuhteiden tarkempi selvittäminen edellyttää hankekohtaisesti valikoiden seuraavia toimenpiteitä:

- Kattavat pohjatutkimukset (paino-, puristinheijari-, cptu- ja siipikairaukset, häiriintyneet ja häiriintymättömät näytteet)
- Heijari- ja porakonekairaukset paalupituuksien arviointia varten
- Näytetutkimukset (luokituskokeet, kartio- ja ödometrikokeet)
- Geofysikaaliset menetelmät (maatutkaluotaus turvealueilla ja pehmeikön rajaukset, maavastusluotaus, painovoimamittaus, seisminen luotaus)
- Pohjavesipinnan määritykset
- Stabiloituvuustutkimukset
- Korroosiotutkimukset

### MT 134 Rakennussuunnitelma

Rakennussuunnitelmaa varten tehdään pohjatutkimukset niin kattavasti, että kaikki rakenteet voidaan suunnitella ja mitoittaa yksityiskohtaisesti. Tehtävänä on:

- Lopullisten pohjanvahvistusten mitoituksessa tarvittavien lujuus- ja painumaparametrien määrittäminen
- Pohjanvahvistusten syvyys- ja leveysulottuvuuksien määrittäminen
- Työnaikaisten rakenteiden suunnittelu

Yksityiskohtaiseen pohjasuhteiden selvittämiseen käytetään seuraavia toimenpiteitä:

- Tutkittavan kohteen perusteella ohjelmoituja lisäkairauksia
- Näytetutkimukset (luokituskokeet, ödometrikokeet, kartio- ja kolmiaksiaalikokeet)
- Huokospainemittaukset
- Koerakenteet

### LAADUNVARMISTUS

Pohjatutkimusten laatutavoitteet sekä laadunvarmistuksen menettelyt on esitetty tämän ohjeen yleisessä osassa kohdassa MT 110 sekä ohjeessa *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset TIEH 2100057-08*. Kairausten ja laboratoriotutkimusten laadunvarmistus tehdään tulosten toimittamisen yhteydessä. Työn tekee aineiston toimittava konsultti. Itselle luovutuksessa tarkastetaan:

- Tiedostojen formaatti
- Pisteiden tunnistetiedot ja sijaintitiedot

Itselle luovutuksesta tehdään kirjallinen muistio joka toimitetaan allekirjoitettuna aineiston toimituserien yhteydessä.

## TULOKSET

Tutkimusten ja mittausten tulokset luovutetaan sähköisessä muodossa.

- Pohjatutkimukset uusimmassa Infra -pohjatutkimusformaatissa
- Laboratoriolomakkeet
- Pohjavesiputken mittaus- ja asennuskortti
- Huokospainemittausten mittaus- ja asennuskortit
- Erityiskohteista laadittu lausunto tai raportti

## DOKUMENTOINTI

Pohjatutkimusten tulosten toimittamisessa ja dokumentoinnissa noudatetaan ohjetta:

*Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08.*

Arkistoinnissa noudatetaan Liikenneviraston ohjetta: *Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011.* Lisäksi tutkimukset arkistoidaan yhdessä projektin muun aineiston kanssa.

Työn itselle luovutus dokumentoidaan allekirjoitettuun muistioon.

## VIITTEET

Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08, 2008

Ratatekniset ohjeet (RATO) Osa 3 radan rakenne, Ratahallintokeskus

Radan stabiiliteetin laskenta, olemassa olevat penkereet, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 15

Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011

## MT 140 Kantavan maan tutkimukset

### YLEISTÄ

Tutkimusten tavoitteena on arvioida kallio- ja maaleikkausten massamäärät sekä leikkausmassojen kelpoisuus päällys- ja pengerrakenteisiin. Kallionpintatietoa tarvitaan poikkileikkauksen suunnitteluun ja väylän vaatiman tilantarpeen määrittämiseen. Lisäksi tutkimusten perusteella arvioidaan ympäristövaikutuksia mm. pohjaveden alenemiseen. Suuremmissa kallioleikkauksissa tarvitaan kallion laatututkimuksia leikkauksen suunnittelemiseksi. Kallion ominaisuudet vaikuttavat leikkauksen muotoiluun, louhintaan, louheen määrään ja hyötykäyttöön sekä pohjavesiolosuhteiden muutosten arviointiin.

Päällysrakenteen mitoittamiseksi kantavalla maalla tarvitaan tietoa pohjamaan kantavuudesta ja routivuudesta, maan kerrosrajoista ja pohjamaan tasalaatuisuudesta, pohjavesiolosuhteista sekä kallionpinnan läheisyydestä routimisolosuhteiden arvioimista varten.

Suuremmissa kallio- ja maaleikkauksissa tarvitaan tietoa kiviainesmateriaalin käyttökelpoisuudesta tien rakenteisiin. Maaleikkauksista tarvitaan myös tietoa maaperän lohkaraisuudesta ja kivisyydestä rakennettavuuden ja kaivu vaikeuden sekä leikkauksien pysyvyyden arviointia varten. Maaperän pintalohkaraisuudesta tarvitaan tietoa rakennettavuuden, kaivu vaikeuden sekä maan pinnalla olevan kiviaineksen määrän arviointia varten.

Yksityiskohtaisempi ohjeistus suunnittelu- ja rakentamisvaiheiden tutkimuksista on esitetty ohjeessa *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset (TIEH 2100057-08): Luku 8 Suunnittelu- ja rakentamisvaiheiden tutkimukset*. Soveltuvat laboratoriotutkimusmenetelmät on esitetty liitteessä 1.

Kallion laatu määritetään geologisen kartoituksen sekä siihen liittyvän näytteenoton ja laboratoriotutkimusten perusteella. Päällysteeseen tarvitaan hyvälaatuisia, arvokasta kiveä, joten sen etsimiseen kannattaa panostaa. Päällysteeseen kelpaavan kiven laatuvaatimukset on esitetty julkaisussa *Asfalttinormit 2011, PANK ry 2011* (katso MT180).

### TEHTÄVÄT

#### MT 141 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa tiedot kantavan maan pohjasuhteista saadaan seuraavista aineistoista:

- Maa- ja kallioperäkartta
- Olemassa olevat tutkimukset
- Vanhat suunnitelmat

#### MT 142 Yleissuunnitelma

Kantavan maan tutkimuksilla haetaan yleissuunnitelmavaiheessa ratkaisujen toteutettavuuden varmistamista ja rakennuskustannusten määrittämistä alustavalla tark-

kuudella. Isoissa hankkeissa selvitetään hankkeen alustava massatalous. Leikkaus-osuuksilla tutkitaan ulottuuko leikkaus pohjavedenpinnan alapuolelle ja tästä mahdollisesti aiheutuvat ympäristövaikutukset. Lisäksi arvioidaan pohjavesitutkimusten tarpeellisuus.

Kallionpinnan selvittämiseen käytetään seuraavia menetelmiä:

- Karttatulkinta, maaperäkartta, geologinen tietämys sekä maastokäynneillä saatavat havainnot
- Geofysikaaliset tutkimusmenetelmät (maatutkaluotaus, seisminen luotaus, painovoimamittaus)
- Porakonekairaukset, tärykairaus avokallion läheisyydessä
- Koekuopat

Leikkausmassojen käyttökelpoisuus arvioidaan seuraavilla menetelmillä:

- Kairaukset (painokairaus, heijarikairaus, porakonekairaus)
- Koekuopat
- Näytetutkimukset (luokituskokeet)

#### MT 143 Tie- / ratasuunnitelma

Tie- ja ratasuunnitelmassa on olennaista määrittää riittävä tie- ja rautatiealue lopullisella tarkkuudella, tekniset periaateratkaisut sekä luotettavat rakentamiskustannukset. Kantavan maan tutkimuksilta tämä edellyttää:

- Kalliopinnan riittävän tarkkaa selvittämistä varsinkin jyrkkäluiskaista kallioleikkausta varten
- Pehmeän ja kantavan maan rajakohtien määrittämistä
- Pohjamaan ja kiviaineksen ominaisuuksien selvittämistä massatalouden ja päällysrakenteiden suunnittelun tarpeisiin luotettavan kustannusarvion edellyttämällä tarkkuudella
- Ympäristövaikutusten selvittämistä sekä materiaalien käyttöä ympäristöllisistä syistä rajaavien tekijöiden selvittämistä
- Maaperän ja pintamaan lohkareisuuden selvittämistä kaivu vaikeuden sekä maan pinnalla olevan kiviaineksen määrien arviointia varten

Riittävän yksityiskohtainen suunnittelu edellyttää seuraavia tutkimuksia:

- Kattavat pohjatutkimukset (paino-, heijari-, porakone- ja kallionäyte kairaus, häiriintyneet näytteet)
- Näytetutkimukset (luokituskokeet)
- Pohjavesitutkimukset, riittävän pitkäaikainen pohjavesipinnan tarkkailu
- Kallionäytetutkimukset
- Lohkareisuustutkimukset (lohkareiden kartoitus, koekuopat)

#### MT 144 Rakennussuunnitelma

Rakennussuunnitteluvaiheen tutkimuksilla saadaan varmistettua:

- Lähtötiedot yksityiskohtaista suunnittelua varten ja luotettavat tiedot määrälaskentaan

- Rakentamisen sujuminen ilman viiveitä, kustannuslisäyksiä tai laatupoikkeamia

Rakenteiden yksityiskohtainen suunnittelu sekä valittujen ratkaisujen varmentaminen edellyttää tarkentavia pohjatutkimuksia seuraavin toimenpitein:

- Tarkoituksenmukaiset lisäpohjatutkimukset (paino-, heijari- ja porakonekairaus sekä häiriintyneet näytteet)
- Näytetutkimukset (luokituskokeet, leikkauskoe, vedenläpäisevyys)
- Kallionäytekairaus, kallionäytetutkimukset
- Pohjavesitutkimukset

### LAADUNVARMISTUS

Pohjatutkimusten laatutavoitteet sekä laadunvarmistuksen menettelyt on esitetty tämän toimintaohjeen yleisessä osassa kohdassa MT 110. Kairausten ja laboratoriotutkimusten laadunvarmistus tehdään tulosten toimittamisen yhteydessä. Työn tekee aineiston toimittava konsultti. Laadunvarmistuksessa tarkastetaan:

- Formaatti
- Pisteiden tunniste- ja sijaintitiedot

Itselle luovutuksesta tehdään kirjallinen muistio joka toimitetaan allekirjoitettuna aineiston toimituserien yhteydessä.

### TULOKSET

Tutkimusten ja mittausten tulokset luovutetaan sähköisessä muodossa.

- Pohjatutkimukset uusimmassa Infra -pohjatutkimusformaatissa
- Laboratoriolomakkeet
- Pohjavesiputken mittaus- ja asennuskortti
- Erityiskohteista laadittu lausunto tai raportti

### DOKUMENTOINTI

Pohjatutkimusten tulosten toimittamisessa ja dokumentoinnissa noudatetaan ohjetta:

*Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08.*

Arkistoinnissa noudatetaan Liikenneviraston ohjetta: *Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011.* Lisäksi tutkimukset arkistoidaan yhdessä projektin muun aineiston kanssa.

Työn itselle luovutus dokumentoidaan allekirjoitettuun muistioon.

### VIITTEET

Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08, 2008

Ratatekniset ohjeet (RATO) Osa 3 radan rakenne, Ratahallintokeskus

Asfalttinormit 2011, PANK ry 2011

Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011

## MT 150 Siltojen ja muiden rakenteiden tutkimukset

### YLEISTÄ

Siltapaikoilla pohjatutkimusten tavoitteena on selvittää suunniteltavan kohteen pohjasuhteet siten, että voidaan valita mahdollisimman edullinen siltapaikka sekä suunnitella edulliset ja tarkoituksenmukaiset perustamistavat sillalle sekä tulopenkereille. Muiden taitorakenteiden kohdalla on tavoitteena selvittää rakenteelle edullisin ja tarkoituksenmukaisin perustamistapa. Lisäksi selvitetään alueelliset kuivatusolosuhteet ja pintavesien määrässä rakentamisen seurauksena tapahtuvat muutokset.

Paalulaattakohteiden tutkimukset on esitetty pehmeikkötutkimusten yhteydessä tämän toimintaohjeen kohdassa MT 130. Siltapaikkojen pohjatutkimuksia on käsitelty yksityiskohtaisemmin ohjeessa *Sillan geotekniset suunnitteluperusteet (TIEH 2100053-07)*. Soveltuvat laboratoriotutkimusmenetelmät on esitetty liitteessä 1.

Siltojen ja muiden rakenteiden tutkimuksille on tiukemmat vaatimukset kuin väylätutkimuksille. Tutkimuksille olennaisia piirteitä ovat muun muassa:

- Usein tavallista suurempi kairaus- ja näytteenottosyvyys sekä tarve ulottaa tutkimukset lähes aina kallioon asti
- Usein tavallista vaikeammat työskentelyolosuhteet (vesistöt, sijainti nykyisen tien kohdalla tai vieressä, mahdolliset vanhat rakenteet)
- Tarve tehdä tutkimukset täsmällisemmin juuri ohjelmoidulta kohdalta
- Teräspaaluja ja teräsrumpuja käytettäessä tutkitaan veden ja maaperän ominaisuudet korroosioriskin kannalta

Siltojen pohjatutkimuksia ohjelmoitaessa tulee ottaa huomioon myös työnaikaisten rakenteiden vaatimat pohjatutkimukset, esimerkiksi kaivannot ja tukitelineet. Tulopenkereiden pohjatutkimuksia koskevat samat yleiset vaatimukset kuin sillan pohjatutkimuksia.

### TEHTÄVÄT

#### MT 151 Esisuunnittelu

Alustavissa suunnitteluvaiheissa ei yleensä vielä tehdä erillisiä siltapaikkatutkimuksia. Pääasiassa tehdään väylätekniisiä perusratkaisuja palvelevia tutkimuksia, joista osa sijoitetaan mahdollisille siltapaikoille. Jo esisuunnitteluvaiheessa pitää pohjatutkimuksiin kiinnittää huomiota erityisesti seuraavissa kohteissa:

- Suuret vesistösillat
- Hankalat risteämiset ratojen tai muiden liikenneväylien kanssa
- Suuret sillat, joiden paikan valinta tai sillan optimaalinen pituus riippuvat pohjasuhteista
- Sillan rakentamisen kannalta hankalat pohjavesiolosuhteet



Alustavassa suunnittelussa käytettäviä oleellisia lähtötietoja ovat:

- Karttamateriaali
- Vanhat suunnitelmat ja olemassa olevat pohjatutkimukset
- Maastokäynneillä tehdyt havainnot
- Erityisesti merkittävien siltojen alustavat pohjatutkimukset (heijari-, paino-, siipi- ja porakonekairaus, maanäytteet, pohjavesiputki, vesistön luotaus)

#### MT 152 Yleissuunnitelma

Yleissuunnitelmavaiheessa tehdään myös suurien ja tavanomaisten siltojen alustavia pohjatutkimuksia. Alustavissa pohjatutkimuksissa olennaisimpia selvitettäviä asioita ovat:

- Maaperäolosuhteet perustamistöiden vaikeusasteen arviointia varten
- Vesistösiltojen osalta vesisyvyys siltapaikalla

Yleissuunnitelmavaiheessa tehtäviä tutkimuksia ovat:

- Alustavat pohjatutkimukset (heijari-, paino-, siipi- ja porakonekairaus, maanäytteet)
- Vesistön luotaus
- Pohjavesiolosuhteiden selvittäminen

#### MT 153 Tie- / ratasuunnitelma

Yksityiskohtaiset pohjatutkimukset tehdään riittävän aikaisessa vaiheessa, kun sillan tai muun rakenteen sijainti on tiedossa. Yksityiskohtaisten tutkimusten määrä ja laajuus riippuvat paitsi pohjasuhteista myös sillan tai rakenteen koosta ja suunnitellusta perustamistavasta. Siltojen ja muiden rakenteiden yksityiskohtaisiin tutkimuksiin kuuluu tärkeänä osana myös nykyisten rakenteiden mittaus- ja kartoitustyöt. Tutkimuksiin kuuluvat:

- Yksityiskohtaiset pohjatutkimukset tukilinjoittain
- Sillan tulopenkereiden tutkimukset
- Työaikaisten tuentojen tutkimukset
- Korroosiotutkimukset ja betonin kemiallisen kestävyys tutkimukset. Näiden tutkimusten sisältö on määritelty julkaisussa *Sillan geotekniset suunnitteluperusteet (TIEH 2100053-07): Liite 3 Korroosio*.
- Mittaus- ja kartoitustyöt

#### MT 154 Rakennussuunnitelma

Yleensä siltapaikoilla on pyritty tekemään tie- ja ratasuunnitteluvaiheessa niin yksityiskohtaiset pohjatutkimukset, ettei rakennussuunnitteluvaiheessa tarvitse tehdä kuin joitakin täydentäviä ja tarkentavia tutkimuksia suunniteltujen perustusten ja tuentarakenteiden kohdalta. Viimeistään rakennussuunnitteluvaiheen pohjatutkimukset tehdään niin kattavasti, että rakenteet voidaan suunnitella ja mitoittaa yksityiskohtaisesti.

## LAADUNVARMISTUS

Pohjatutkimusten laatutavoitteet sekä laadunvarmistuksen menettelyt on esitetty tämän ohjeen yleisessä osassa kohdassa MT 110. Kairausten ja laboratoriotutkimusten laadunvarmistus tehdään tulosten toimittamisen yhteydessä. Työn tekee aineiston toimittava konsultti. Laadunvarmistuksessa tarkastetaan:

- Formaatti
- Pisteiden tunniste- ja sijaintitiedot

Itselle luovutuksesta tehdään kirjallinen muistio joka toimitetaan allekirjoitettuna aineiston yhteydessä.

## TULOKSET

Tutkimusten ja mittausten tulokset luovutetaan sähköisessä muodossa.

- Pohjatutkimukset uusimmassa Infra -pohjatutkimusformaatissa
- Laboratoriolomakkeet
- Pohjavesiputken mittaus- ja asennuskortti
- Ertäyiskohteista laadittu lausunto tai raportti

## DOKUMENTOINTI

Pohjatutkimusten tulosten toimittamisessa ja dokumentoinnissa noudatetaan ohjetta:

*Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08.*

Arkistoinnissa noudatetaan Liikenneviraston ohjetta: *Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011.* Lisäksi tutkimukset arkistoidaan yhdessä projektin muun aineiston kanssa.

Työn itselle luovutus dokumentoidaan allekirjoitettuun muistioon.

## VIITTEET

Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08, 2008

Radan suunnitteluohje, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 20

Sillan geotekniset suunnitteluperusteet, TIEH 2100053-07, 2007

## MT 160 Tunnelin tutkimukset

### YLEISTÄ

Tunnelin suunnitteluun liittyvien tutkimusten tavoitteena on selvittää kallionpinnan sijainti, kallio- ja maaperän rakennustekniset ominaisuudet sekä muut tunnelin rakentamiseen ja käyttöön vaikuttavat tekijät. Tutkimukset tehdään siten, että voidaan valita edullisin tunnelin sijainti sekä tehdä kalliotekninen suunnittelu ja rakennustyö taloudellisesti ja turvallisesti. Tutkimusten avulla arvioidaan myös rakentamisen ympäristövaikutuksia. Tunneleiden kalliotutkimuksissa on oleellista selvittää kalliokaton paksuus. Kalliopinta määritetään tarkasti suuaukkojen ja paksujen maapeitteiden alueilla.

Esi- ja yleissuunnitteluvaiheissa pohjatutkimuksilla hankitaan tietoa maakerrosten paksuuksista, kallioperän sijainnista ja korkeusasemasta, geologiasta, kalliolaadusta, pohjavesiolosuhteista ja rakennetusta ympäristöstä. Tuloksia käytetään rakennettavuuden arviointiin ja lisätutkimustarpeen arviointiin.

Tie-, rata- ja rakennussuunnitteluvaiheissa aikaisempien suunnitteluvaiheiden tutkimustuloksia täydennetään mitoituslaskelmien vaatimusten mukaisiksi. Tarkennettavia tekijöitä ovat kallioperän heikkousvyöhykkeet, rakosuunnat ja niiden mekaaniset ominaisuudet, kallion jännitystila, vedenjohtavuus sekä ympäristön rakenteet, laitteet ja olemassa olevat maanalaiset tilat. Tuloksia käytetään kalliolaadun, suunniteltavan tilan koon ja muodon, lujitustarpeen ja tiivistystarpeen määrittämiseen. Rakennussuunnitteluvaiheessa ohjelmoidaan kalliomekaaniset seurantaohjelmat, joilla rakennusvaiheessa seurataan kallion liikkeitä. Soveltuvat laboratoriotutkimusmenetelmät on esitetty liitteessä 1.

### TEHTÄVÄT

#### MT 161 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa pyritään saamaan yleinen kuva alueen topografiasta, maakerrosten ja avokallioiden sijainnista, vesistöjen ja pohjavesialueiden sijainnista ja rakennetusta ympäristöstä.

- Maastokäynnit
- Maa- ja kallioperäkartat, peruskartat
- Kuntien kantakartat (1:2000)
- Ilmakuvat
- Saatavissa olevat geologiset rakenneselvitykset (esim. heikkousvyöhykekartat)

#### MT 162 Yleissuunnitelma

Yleissuunnitteluvaiheessa rakennettavuuden arviointiin käytetään alueella aikaisemmin suoritettuja pohjatutkimuksia ja niiden täydentämiseksi ohjelmoidaan uusia. Yleissuunnitteluvaiheessa selvitetään maakerrosten paksuudet, kallioperän korkeusasmaa, kallioperän kivilajit, kalliolaatu, geologiset piirteet ja -rakenteet, sekä pohjavesiolosuhteet.

Yleissuunnitteluvaiheessa käytetään seuraavia menetelmiä:

- Vanhat tutkimukset
- Geologinen kartoitus
- Seisminen luotaus
- Maatutka
- Porakonekairaus
- Detaljikartoitus
- Pohjavesitutkimukset

#### **MT 163 Tie- / ratasuunnitelma**

Tie- ja ratasuunnitteluvaiheessa mitoituslaskelmien vaatimukset määrittävät tarvittavat lisätutkimukset. Alueen maaperä- ja kalliopintamalleja tarkennetaan lisätutkimuksilla. Kallioperästä selvitetään rakoilun määrä, suunnat ja mekaaniset ominaisuudet ja paikannetaan kallioperän heikkous- ja rikkonaisuusvyöhykkeet. Heikkous- ja rikkonaisuusvyöhykkeistä selvitetään sijainnin lisäksi, geometria ja geologiset ominaisuudet. Kiven kalliomekaanisten piirteiden ja käyttäytymisen ennakointia varten selvitetään kallioperässä olevat jännitystilat ja kiven ominaisuuksia analysoidaan tarkemmin laboratoriotutkimuksilla.

Tie- ja ratasuunnitteluvaiheessa käytetään seuraavia menetelmiä:

- Seisminen luotaus
- Porakonekairaus
- Kallionäytekairaus
- Kairareikien optinen/akustinen kuvantaminen
- Jännitystilamittaus
- Laboratoriokoeket
- Pohjavesitutkimukset

#### **MT 164 Rakennussuunnitelma**

Rakennussuunnitteluvaiheessa tehdään tarkentavia pohjatutkimuksia tarpeen mukaan. Rakennussuunnitteluvaiheessa laaditaan kalliomekaaniset seurantaohjelmat.

Rakennussuunnitteluvaiheessa käytetään seuraavia menetelmiä:

- Porakonekairaus
- Kallionäytekairaus
- Kairareikien optinen/akustinen kuvantaminen
- Jännitystilamittaus
- Pohjavesitutkimukset
- Kalliomekaaninen seuranta

## LAADUNVARMISTUS

Pohjatutkimusten laatutavoitteet sekä laadunvarmistuksen menettelyt on esitetty tämän ohjeen yleisessä osassa kohdassa MT 110. Kairausten ja laboratoriotutkimusten laadunvarmistus tehdään tulosten toimittamisen yhteydessä. Työn tekee aineiston toimittava konsultti. Laadunvarmistuksessa tarkastetaan:

- Formaatti
- Pisteiden tunniste- ja sijaintitiedot
- Tulosten vastaavuus aikaisempiin tutkimuksiin

Itselle luovutuksesta tehdään kirjallinen muistio joka toimitetaan allekirjoitettuna aineiston toimituserien yhteydessä.

## TULOKSET

Tutkimusten ja mittausten tulokset luovutetaan sähköisessä muodossa. Kallionäytekairauksista ja mahdollisista kairausreiän optisista (OBI) ja akustisista (ABI) kuvantamisista tulokset tulevat sähköisen version lisäksi myös paperimuodossa.

- Pohjatutkimukset uusimmassa Infra -pohjatutkimusformaattissa
- Laboratoriolomakkeet
- Pohjavesiputken mittaus- ja asennuskortti
- Kallionäytekairausraportti
- OBI/ABI -raportit
- Kalliomekaaniset seurantamittaustulokset

## DOKUMENTOINTI

Pohjatutkimusten tulosten toimittamisessa ja dokumentoinnissa noudatetaan ohjetta:

*Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08.*

Arkistoinnissa noudatetaan Liikenneviraston ohjetta: *Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011.* Lisäksi tutkimukset arkistoidaan yhdessä projektin muun aineiston kanssa.

Työn itselle luovutus dokumentoidaan allekirjoitettuun muistioon.

## VIITTEET

Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08, 2008

Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011

Nykyaikainen kalliomekaaninen suunnittelu kalliorakennushankkeen riskien hallinnassa, Rakentajain kalenteri 2005

## MT 170 Nykyisten rakenteiden tutkimukset

### YLEISTÄ

Tie- ja ratahankkeissa rakenteen parantamista edeltävien tietojen hankinnan tarkoituksena on selvittää nykyisen rakenteen kunto ja rakenteen perustamiseen tai vahvistamiseen käytetyt menetelmät. Näiden tutkimusten perusteella arvioidaan, mitä kunnostamis- ja perustamistapoja on mahdollista käyttää ja kannattaako rakennetta ylipäätään enää hyödyntää vai onko edullisempaa tehdä kokonaan uusi rakenne. Samalla arvioidaan turvallisuuteen ja tien toimenpiteiden jälkeiseen kuntoon liittyvät taloudelliset riskit. Rakenteen parantamista edeltävät tutkimukset ja rakenteen parantamismenetelmät on kuvattu tarkemmin viitteissä mainituissa ohjeissa.

Sama tiedonhankinta tarvitaan, kun nykyiseen rakenteeseen liitetään ilman välikais-toja uusia rakenteita, esim. lisäkaistat, pysäkit, korotetut kevyen liikenteen väylät tai nykyrakenteeseen tehdään saarekkeita, hidasteita tai muita rakenteita.

Tien kunnon arviointiin käytettävät lähtötiedot ja tutkimukset on esitetty ohjeessa *Rakenteen parantamista edeltävät tutkimukset ja suunnitelmat, TIEH 2100056-08*. Osa ohjeessa kuvatuista rekisterimittauksista on jo jäänyt pois käytöstä, mutta vastaavia mittauksia voidaan tehdä/teettää kohteittain edelleen. Oleellista on tietää tutkimuksella selvitettävä tieto, jotta osataan valita oikea tutkimustapa vuodenaikoinen.

Radan rakenteiden kunnon ja vakavuuden arviointiin käytettävät lähtötiedot ja tutkimukset on esitetty ohjeissa *Ratatekniset ohjeet (RATO)*, Osa 3 *Radan rakenne, RHK*, *Ratojen rautasuojastarpeen selvittäminen, tutkimusohje*, *Ratahallintokeskuksen julkaisu B 8* ja *Radan stabiliteetin laskenta, olemassa olevat penkereet, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 15*.

Rakenteen parantamishankkeissa ja liittyessä nykyisiin rakenteisiin selvitetään myös vanhan rakenteen ja pohjamaan kantavuus- ja routivuusominaisuudet, painumatila sekä kuivatusolosuhteet. Uudet ainetta rikkomattomin menetelmin tehtävät mittaus- ja tutkimusmenetelmät mahdollistavat rakenteen pituussuuntaisen jatkuvan analysoinnin. Nämä menetelmät tarvitsevat aina tuekseen näytteenottoa. Rakenteen parantamiseen liittyvät tutkimukset vaativat aikaa, koska routa- ja kantavuusmittauksia voidaan tehdä vain tiettyinä vuodenaikoina ja monesti vaaditaan useampia vuosia sääolosuhteista riippuen. Soveltuvat laboratoriotutkimusmenetelmät on esitetty liitteessä 1.

### TEHTÄVÄT

#### MT 171 Esisuunnittelu

Tiehankkeissa esisuunnitteluvaiheessa selvitetään kustannustasoon ja tilan tarpeeseen vaikuttavat tiedot. Näitä ovat muun muassa nykyisen rakenteen hyödynnettävyys, korjaus- ja vahvistusmahdollisuudet, tasauksen muutoksen taloudelliset vaikutukset eri tilanteissa, nykyisen päällysteen ja kantavan kerroksen hyödyntämismahdollisuudet eri leikkauksen määrillä sekä tasauksen korkeustason vaikutus routamitoitukseen ja pohjanvahvistustarpeeseen.

Ratahankkeissa esisuunnitteluvaiheessa selvitetään nykyisten rakennekerrosten kunto olemassa olevaan tietoon perustuen ja arvioidaan parantamis- ja vahvistamistoi-

menpiteiden tarve, laajuus, kustannusten suuruusluokka ja toteuttamiskelpoisuus. Mikäli suuruusluokaltaan merkittäviä kustannuksia sitovat ratkaisut vaativat lisätutkimuksia, niin ne tehdään suunnittelun alkuvaiheessa.

Yllä mainitut tiedot voidaan selvittää seuraavilla menetelmillä:

Selvitetään aina

- Vanhat suunnitelmat
- Kuntotietorekisteritiedot; tasaisuus- ja uramittaustiedot, vaurioinventoinnit, APVM ja jatkossa PVK
- Radan kuntomittaukset (EMMA-ajot, ym.)
- Maastoinventointi

Tarvittaessa

- Haastattelut
- Maatutkaluotaus
- Pudotuspainolaitemittaus
- Mittaukset; GPS-ajoneuvokartoitus karkeaan pituusleikkaukseen ja/tai ilmakuvista tehty likimalli ja kartta
- Routanousumittaus
- Painumaseuranta
- Geoteknisten laskentaparametrien vaatimat tutkimukset nykytilatarkasteluille

#### **MT 172 Yleissuunnitelma**

Yleissuunnitelmavaiheessa täydennetään, tarkennetaan ja päivitetään esisuunnitteluvaiheessa määritetyt tiedot.

Yllä mainitut tiedot voidaan selvittää seuraavilla menetelmillä:

Selvitetään aina

- Selvitetään vanhojen suunnitelmien olemassa olo
- Kuntotietorekisteritiedot; tasaisuus- ja uramittaustiedot, vaurioinventoinnit, APVM ja jatkossa PVK
- Radan kuntomittaukset (EMMA-ajot, ym.)
- Maastoinventointi
- Geoteknisten laskentaparametrien vaatimat tutkimukset nykytilatarkasteluille

Tarvittaessa

- Haastattelut
- Maatutkaluotaus
- Pudotuspainolaitemittaus
- Mittaukset; GPS-ajoneuvokartoitus karkeaan pituusleikkaukseen ja/tai ilmakuvista tehty likimalli ja kartta
- Routanousumittaus

#### **MT 173 Tie- / ratasuunnitelma**

Tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa täydennetään, tarkennetaan ja päivitetään yleissuunnitelmavaiheessa määritetyt tiedot. Tie- ja ratasuunnitteluvaiheessa tiedon tasoa syvennetään ja selvitetään vaurioitumiseen johtaneita syitä sekä selvitetään ny-

kyisen rakenteen paksuus, rakenne ja ominaisuudet korjaus- tai laajennussuunnitelmaa varten.

Yllä mainitut tiedot voidaan selvittää seuraavilla menetelmillä:

- Haastattelujen täydennys ylläpitovaiheen tiedoilla
- Maastoinventointi
- Maatutkaluotaus
- Pudotuspainolaitemittaus
- Näytteenotto

#### **MT 174 Rakennussuunnitelma**

Rakennussuunnitelmavaiheessa täydennetään, tarkennetaan ja päivitetään tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa määritetyt tiedot. Rakennussuunnitteluvaiheessa tehtävät tutkimukset kohdennetaan toimenpiteiden tai rakennepaksuuksien rajaamiseksi tarkemmin laskennallisten kantavuusmääritysten varmentamiseksi.

Yllä mainitut tiedot voidaan selvittää seuraavilla menetelmillä:

- Haastattelut
- Maatutkaluotaus
- Pudotuspainolaitemittaus

#### **LAADUNVARMISTUS**

Tutkimusten laatutavoitteet sekä laadunvarmistuksen menettelyt on esitetty tämän ohjeen yleisessä osassa kohdassa MT 110 sekä viitteissä luetelluissa tutkimusmenetelmäkohtaisissa ohjeissa. Sähköisten luotausten, kairausten ja laboratoriotutkimusten laadunvarmistus tehdään tulosten toimittamisen yhteydessä. Työn tekee aineiston toimittava konsultti. Laadunvarmistuksessa tarkastetaan:

- Tulkintojen oikeellisuus käytettävissä olevaan referenssitietoon verrattuna
- Formaatti
- Pisteiden luotauslinjojen tunniste- ja sijaintitiedot

Itselle luovutuksesta tehdään kirjallinen muistio joka toimitetaan allekirjoitettuna aineiston toimituserien yhteydessä.

#### **TULOKSET**

Tutkimusten ja mittausten tulokset luovutetaan sähköisessä muodossa sekä tutkimusraporttina.

- Maatutkaluotaukset RDS-formaatissa
- Pohjatutkimukset uusimassa Infra - pohjatutkimusformaatissa
- Laboratoriolomakkeet
- Tutkimusaineisto koottuna RDS-projektiksi
- Lausunto tai raportti (tutkimusraporttien lisäksi kuntotietorekisteritiedot, maastoinventointi, haastattelut, ym.)

#### **DOKUMENTOINTI**

Pohjatutkimusten tulosten toimittamisessa ja dokumentoinnissa noudatetaan ohjetta *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08*.



Arkistoinnissa noudatetaan Liikenneviraston ohjetta *Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa*, 602/070/2011, 10.2.2011. Lisäksi tutkimukset arkistoidaan yhdessä projektin muun aineiston kanssa.

Työn itselle luovutus dokumentoidaan allekirjoitettuun muistioon.

## VIITTEET

Rakenteen parantamisen suunnittelu TIEH 2100035-05

Rakenteen parantamista edeltävät tutkimukset ja suunnitelmat TIEH 2100056-08

Rakenteen parantamissuunnittelua edeltävät maatutkatutkimukset ja tulosten esitystapa TIEH 2100027-04

Ratatekniset ohjeet (RATO), Osa 3 Radan rakenne, RHK

Ratojen routasuojaustarpeen selvittäminen, tutkimusohje, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 8

Radan stabiliteetin laskenta, olemassa olevat penkereet, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 15

TPPT Menetelmäkuvaus, Pudotuspainolaitemittaus, VTT Yhdyskuntatekniikka  
28.12.2000

## MT 180 Päälysteiden kiviainestutkimukset

### YLEISTÄ

Suunniteltavalla tie- tai rautatielinjauksella joko avarretaan olemassa olevia kallioleikkauksia tai tehdään kokonaan uusia leikkauksia. Leikkauksesta louhittava materiaali hyödynnetään louheen ominaisuuksia vastaavaan tarkoitukseen. Yleensä on tarvetta tutkia kiven laadullinen kelpoisuus kantavaan kerrokseen tai mahdollisesti tien päällystemateriaaliksi tai raidesepeliksi. Tien päällysteen ja raidesepelin kiviainekselä on tiukemmat laatuvaatimukset kuin muihin rakenteisiin käytettävillä kiviaineksillä. On arvioitu, että vain alle 1 % Suomen kalliooperän kivilaaduista täyttää päällystekiviaineksen tai raidesepelin laatuvaatimukset. Soveltuvan kiviaineksen saatavuudella on merkittävä vaikutus hankkeen kustannuksiin.

Kiviaineksien tutkimuksiin soveltuvat laboratoriotutkimusmenetelmät on esitetty liitteessä 1.

Muihin rakenteisiin soveltuvien kiviainesten tutkimukset on esitetty tämän toimintaohjeen kohdassa MT 140 Kantavan maan tutkimukset.

### TEHTÄVÄT

#### MT 181 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa selvitetään olemassa olevaan aineistoon perustuen onko hankkeen alueelta saatavissa päällysrakenteeseen soveltuvia kiviaineksia. Koska päällystykseen soveltuvia kiviaineksia on niukasti saatavilla, on tärkeää selvittää niiden mahdollinen esiintyminen.

Yllä mainitut tiedot voidaan selvittää seuraavilla menetelmillä:

- Suunnittelualueella tehdyt kiviainestutkimukset (GTK:n tietokanta)
- Kalliooperäkartat
- Mahdolliset muut kalliooperäselvitykset

#### MT 182 Yleissuunnitelma

Yleissuunnitelmavaiheessa täydennetään ja tarkennetaan jo esisuunnitteluvaiheessa määritetyt tiedot.

Yllä mainitut tiedot voidaan selvittää seuraavilla menetelmillä:

- Esisuunnittelussa mainitun lisäksi maastotarkastelu, jos lähtöaineistossa ei ole riittävästi tietoa tai jos alueella on aihetta olettaa esiintyvän normaalia parempilaatuista kiveä

#### MT 183 Tie- / ratasuunnitelma

Tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa kiviaineksen kelpoisuus selvitetään niin tarkasti, että suunnitelmissa voidaan osoittaa kiviainekselle sen lujuusominaisuuksia vastaava käyttötarkoitus ja varmistua kustannusvaikutuksista.

Jos kivilaatu vaikuttaa lupaavalta, niin näytteitä otetaan myös tie- tai ratalinjauksen lähialueilta ja tutkitaan kallioleikkausten avartamisen mahdollisuus.

Yllä mainitut tiedot voidaan selvittää seuraavilla menetelmillä:

- Maastotarkastelu, jossa arvioidaan kiven laatua ja määritellään näytteenottokohdat leikkausalueilta (kairausnäytteet, kallion pintanäytteet)
- Kairasydänten loggaus (sydännäytteiden geologinen ja rakenteellinen kuvailu)
- Laboratorioanalyysit (Asfalttinormit 2011, PANK ry 2011, SFS-EN 13450 raideseplikiviainekset, soveltamisohje 1277/731/2004)

#### **MT 184 Rakennussuunnitelma**

Rakennussuunnitelmavaiheessa täydennetään ja tarkennetaan tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa määritetyt tiedot. Tehtävät tutkimukset kohdennetaan alueille, joissa kivilajeilla on suuria vaihteluita tai on epäselvyyttä kiviaineksen laadusta.

Yllä mainitut tiedot voidaan selvittää seuraavilla menetelmillä:

- Maastotarkastelu, jossa arvioidaan kiven laatua ja määritellään näytteenottokohdat leikkausalueilta (kairausnäytteet, kallion pintanäytteet)
- Kairasydänten loggaus (sydännäytteiden geologinen ja rakenteellinen kuvailu)
- Laboratorioanalyysit (Asfalttinormit 2011, PANK ry 2011, SFS-EN 13450 raideseplikiviainekset, soveltamisohje 1277/731/2004)

#### **LAADUNVARMISTUS**

Kairauksen, loggauksen ja laboratoriotutkimusten laadunvarmistus tehdään tulosten toimittamisen yhteydessä. Työn tekee aineiston toimittava konsultti. Laadunvarmistuksessa tarkastetaan:

- Laboratoriotulosten ja johtopäätösten oikeellisuus
- Pisteiden tunnistamis- ja sijaintitiedot

#### **TULOKSET**

Tulokset luovutetaan sähköisessä muodossa.

- Laboratoriotulokset
- Loggaustulokset (jos loggaus tehty)
- Erityiskohteista laadittu lausunto tai raportti

#### **DOKUMENTOINTI**

- Laboratoriolomakkeet
- Loggauslomakkeet
- Kiviaineslaaturaportti

#### **VIITTEET**

Asfalttinormit 2011, PANK ry 2011

SFS-EN 13450 raideseplikiviainekset, soveltamisohje 1277/731/2004

## MT 190 Pohjavesitutkimukset

### YLEISTÄ

Pohjavesitutkimusten tarkoituksena on kartoittaa alueen alkuperäinen tilanne sekä selvittää pohjavedenpinnan korkeudet ja virtaussuunnat. Lisäksi tavoitteena on selvittää odotettavissa olevat pohjaveden alenemisen vaikutukset ja mahdollisesti pumpattavat vesimäärät sekä kerätä tarvittavat tiedot pohjaveden laadusta. Pohjavesitietoja tarvitaan myös rakenteen toimivuuden ja kuivatuksen suunnitteluun sekä työnaikaisen tilanteiden huomioon ottamiseen. Pohjatutkimuksia ohjelmoitaessa tulee arvioida mahdollinen paineellisen pohjaveden esiintyminen. Soveltuvat laboratoriotutkimusmenetelmät on esitetty liitteessä 1.

Pohjavesitutkimukset liittyvät myös seuraaviin tässä ohjeessa esitettyihin tutkimuksiin; MT 130 Pehmeikkötutkimukset, MT 140 Kantavan maan tutkimukset, MT 150 Siltojen ja muiden rakenteiden tutkimukset, MT 170 Nykyisten rakenteiden tutkimukset, MT 200 Ennakko- ja seurantamittaukset.

### TEHTÄVÄT

#### MT 191 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa hankitaan olemassa olevat tiedot pohjavesialueista sekä pohjaveden laadusta. Tässä vaiheessa tehdään myös pohjavesiseurannan tarpeellisuuden arviointi, sillä tapauskohtaisesti on tarpeen selvittää pohjavesipinnan korkeustiedot heti suunnittelun alkuvaiheessa. Alustavat pohjavedenpinnan korkeudet ja muut tiedot voidaan selvittää seuraavilla menetelmillä:

- Maaperäkartat, peruskartat
- Pohjavesialuekartat
- OIVA-ympäristö- ja paikkatietopalvelu
- Pohjavesialueiden suojeleusuunnitelmat (jos on suunnittelualueelta tehty)
- Muut selvitykset
- Lähteet
- Kaivannot, joissa pohjavesi näkyvissä
- Tarvittaessa maastotarkastelu
- Olemassa olevien pohjavesiputkien seurantatiedot ja vaativissa kohteissa uusien putkien asentaminen

Pohjavesiputket asennetaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta suunnittelua varten ehditään saamaan käsitys pohjavedenpinnan vaihtelusta.

#### MT 192 Yleissuunnitelma

Yleissuunnitteluvaiheessa selvitetään olemassa olevat tiedot pohjavesiolosuhteista esisuunnitteluvaiheessa selvitettyjen lisäksi. Vaativammissa kohteissa selvitetään pohjavesipinnan korkeudet sekä arvioidaan pohjaveden virtaus seuraavilla menetelmillä:

- Maastotarkastelu
- Vedenkorkeushavainnot lähialueen kaivoista
- Pohjavesiputkien seurantamittaukset ja uusien putkien asentaminen

- Näytetutkimukset (rakeisuus)
- Maatutkaluotaus tai seisminen luotaus karkeissa maissa

#### **MT 193 Tie- / ratasuunnitelma**

Tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa tarvitaan pohjavesiolosuhteista riittävän tarkat tiedot suunnitelmaratkaisun valintaa varten, ympäristövaikutusten selvittämiseksi sekä rakenteiden alustavaa mitoitusta varten. Myös pohjaveden laatu kiinteistöittäin käytösesipisteissä selvitetään tässä vaiheessa.

Viimeistään tässä vaiheessa tulee asentaa tarvittavat pohjavesiputket ja aloittaa säännöllinen pohjavesipinnan havainnointi. Vallitsevat pohjavesiolosuhteet ja pohjaveden laatu voidaan selvittää seuraavilla menetelmillä:

- Vedenkorkeushavainnot lähialueen kaivoista, kaivokartoitus
- Pohjavesiputkien seurantamittaukset ja uusien putkien asentaminen
- Antoisuustutkimukset
- Koepumppaus vaativammissa kohteissa (esim. alikulut alavilla mailla ja/tai hyvin vettä johtavassa maaperässä)
- Näytetutkimukset (rakeisuus, vedenläpäisevyyskokeet)
- Pohjaveden laatututkimukset
- Maatutkaluotaus tai seisminen luotaus karkeissa maissa

#### **MT 194 Rakennussuunnitelma**

Rakennussuunnitteluvaiheessa päivitetään pohjaveden seurantatiedot rakenteiden yksityiskohtaista suunnittelua ja mitoitusta varten. Pohjavesiolosuhteita voidaan tarkentaa seuraavilla menetelmillä:

- Vedenkorkeushavainnot lähialueen kaivoista
- Pohjavesiputkien seurantamittaukset ja uusien putkien asentaminen
- Antoisuustutkimukset
- Koepumppaus vaativammissa kohteissa
- Näytetutkimukset (rakeisuus, vedenläpäisevyyskokeet)
- Pohjaveden laatututkimukset

#### **LAADUNVARMISTUS**

Tutkimusten laatutavoitteet sekä laadunvarmistuksen menettelyt on esitetty tämän ohjeen yleisessä osassa kohdassa MT 110. Kairausten, laboratoriotutkimusten sekä erityistutkimusten laadunvarmistus tehdään tulosten toimittamisen yhteydessä. Työn tekee aineiston toimittava konsultti. Laadunvarmistuksessa tarkastetaan:

- Formaatti
- Pisteiden tunniste- ja sijaintitiedot
- Erityistutkimusten tulkintojen oikeellisuus

Itselle luovutuksesta tehdään kirjallinen muistio joka toimitetaan allekirjoitettuna aineiston yhteydessä.

## TULOKSET

Tutkimusten ja mittausten tulokset luovutetaan sähköisessä muodossa.

- Pohjatutkimukset uusimmassa Infra - pohjatutkimusformaatissa
- Laboratoriolomakkeet
- Pohjavesiputken mittaus- ja asennuskortti
- Kaivokortit
- Antoisuus- ja koepumppauskohteista laadittu lausunto tai raportti

## DOKUMENTOINTI

Tutkimusten tulosten toimittamisessa ja dokumentoinnissa noudatetaan ohjetta *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08*.

Arkistoinnissa noudatetaan Liikenneviraston ohjetta *Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011*.

Työn itselle luovutus dokumentoidaan allekirjoitettuun muistioon.

## VIITTEET

Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08, 2008

Pohjaveden suojaus tien kohdalla, TIEH 2100028-04, 2004

Radanpidon ympäristöohje, Liikenneviraston ohjeita 28/2010

Pohjavesitutkimusopas, käytännön ohjeita, Suomen Vesiyhdistys ry 2005

## MT 200 Ennako- ja seurantamittaukset

### YLEISTÄ

Ennako- ja seurantamittauksilla kerätään tietoa rakenteen tai alueen nykyisestä tilasta ja käyttäytymisestä sekä rakentamisen aikaisista ja jälkeisistä vaikutuksista. Usein myös valmista rakennetta on tarve tarkkailla toimivuusvaatimuksien sekä laatuksitekoreiden seuraamiseksi.

Pohjavesitutkimukset on käsitelty tämän toimintaohjeen kohdassa MT 190. Ennakkomittaukset liittyvät pääasiassa tämän toimintaohjeen kohtaan MT 170 Nykyisten rakenteiden tutkimukset. Seurantamittaukset liittyvät rakenteiden toimivuuden tai ympäristön seurantaan.

### TEHTÄVÄT

#### MT 201 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa ei yleensä ole vielä tarvetta tai mahdollisuutta tehdä ennako- ja seurantamittauksia pohjavesiseurantaa lukuun ottamatta. Esisuunnitteluvaiheen tehtävistä sovitaan erikseen.

#### MT 202 Yleissuunnitelma

Yleissuunnitteluvaiheen ennakkotutkimukset liittyvät tämän toimintaohjeen kohtiin MT 170 Nykyisten rakenteiden tutkimukset ja MT 190 Pohjavesitutkimukset sekä mahdollisten tärinäherkkien alueiden nykytilanteen mittauksiin. Tässä suunnitteluvaiheessa on tärkeää tunnistaa ne kohteet, josta tarvitaan pitkäaikaista seurantamittauksitietoa.

Yllä mainitut tiedot voidaan selvittää seuraavilla menetelmillä:

- Painuma- ja routaseuranta
- Pohjavesiseuranta
- Tie- ja ratahankkeissa alustavat tärinäselvitykset

#### MT 203 Tie- / ratasuunnitelma

Tie- ja ratasuunnitteluvaiheessa jatketaan aikaisemmin aloitettuja mittauksia ja mitausverkkoa täydennetään siten, että suunnitteluratkaisuihin vaikuttavat olosuhteet on riittävän luotettavasti selvitetty.

- Tie- ja ratahankkeissa tärinämittaukset
- Tiehankkeiden routaseuranta ja penkereiden painumaseuranta
- Ratapenkereiden seurantamittaukset
- Pohjavesiseuranta
- Siirtymämittaukset

**MT 204 Rakennussuunnitelma**

Rakennussuunnitelmavaiheessa jatketaan aikaisemmin aloitettuja mittauksia ja mitausverkkoa täydennetään rakentamisaikaisen seurannan edellyttämällä mittausavoilla.

Rakentamisen aikana sekä sen jälkeen tapauskohtaisesti seurataan mm. seuraavia asioita:

- Painumat ja siirtymät
- Huokospaine
- Tärinä
- Routa

**LAADUNVARMISTUS**

Tutkimusten ja mittausten laatutavoitteet sekä laadunvarmistuksen menettelyt on esitetty tämän ohjeen yleisessä osassa kohdassa MT 110. Mittausdatan laadunvarmistus tehdään tulosten toimittamisen yhteydessä. Työn tekee aineiston toimittava konsultti. Laadunvarmistuksessa tarkastetaan:

- Formaatti
- Tulosten vastaavaisuus aikaisempiin mittauksiin

Itselle luovutuksesta tehdään kirjallinen muistio joka toimitetaan allekirjoitettuna aineiston toimituserien yhteydessä.

**TULOKSET**

Tutkimusten ja mittausten tulokset luovutetaan sähköisessä muodossa sekä tutkimusraporttina.

**DOKUMENTOINTI**

Digitaalisen aineiston arkistoinnissa noudatetaan Liikenneviraston ohjetta *Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011*.

Työn itselle luovutus dokumentoidaan allekirjoitettuun muistioon.

**VIITTEET**

Siirtymä- ja huokospainemittausten sekä paalujen koekuormituksen menetelmäkuvaukset, Liikenneviraston ohjeita 6/2011

Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet, TIEH 2100002-01

Ratatekniset ohjeet (RATO), Osa 3 Radan rakenne, RHK

Ratojen routasuojatarpeen selvittäminen, tutkimusohje, Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 8

Radan stabiiliteetin laskenta, olemassa olevat penkereet, Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 15

Radanpidon ympäristöohje, Liikenneviraston ohjeita 28/2010



## MT 210 Maaperän pilaantuneisuuden ja sedimenttien tutkimukset

### YLEISTÄ

Maaperän pilaantuneisuuden selvityksillä ja tutkimuksilla sekä vesistöjen sedimentti-tutkimuksilla varmistetaan, että maaperän pilaantuneisuuden aiheuttamat haitat ja kustannukset voidaan ottaa huomioon liikenneväylän sijoittumisessa ja rakentamiskustannuksissa. Lisäksi pilaantuneiden maiden käsittelyn vaatimat viranomaislupien käsittelyajat voidaan ottaa huomioon hankkeen toteutusaikatauluja laadittaessa.

Konsultti laatii selvitysten ja viranomaisneuvottelujen perusteella tarvittavat tutkimusohjelmat. PIMA- ja sedimenttinäytteen ottajan on oltava harjaantunut kyseisten näytteiden ottoon. Näytteet on otettava, säilytettävä ja kuljetettava tutkimuslaboratorioon voimassa olevaa viranomaisohjeistusta ja tutkivan laboratorion ohjeistusta noudattaen. Laboratoriossa määritykset on tehtävä maaperänäytteistä sillä tarkkuudella, että päästään valtioneuvoston PIMA-asetuksen (VNA 214/2007) liitteessä esitettyjen kynnysarvopitoisuuksien tarkkuuteen. Sedimenttinäytteiden analysoinnissa on otettava huomioon tulosten normalisointiin tarvittavat analyysit (saven ja orgaanisen aineksen pitoisuudet).

Lähtötietoja voidaan selvittää seuraavilla menetelmillä:

- Ympäristöhallinnon Maaperän tilan tietojärjestelmän (MATTI) kohteet OIVA-Ympäristö- ja paikkatietopalvelusta
- MATTI tietojärjestelmän kohdekohtaiset tiedot alueen ELY-keskuksen Y-vastuualueelta
- Kunnan ympäristöviranomaisen tiedot
- Näytteenotto ja analyysit
- Pohjavesitutkimukset ja pohjaveden virtaustutkimukset
- Sedimenttitutkimukset (sukeltajatutkimus, näytteenotto, analyysit)
- Sedimenttien leviämis- ja samentumismallit
- Muut selvitykset

### TEHTÄVÄT

#### MT 211 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa hankitaan olemassa olevat tiedot pilaantuneista kohteista julkisista rekistereistä (OIVA-palvelu). Lisäksi selvitetään sekä alueellisilta että paikallisilta ympäristöviranomaisilta yleisellä tasolla mahdollisia pilaantuneita kohteita.

Tässä vaiheessa tehtävistä täydentävistä PIMA- ja sedimenttitutkimuksista sovitaan tilaajan kanssa erikseen.

#### MT 212 Yleissuunnitelma

Päivitetään edellisessä suunnitteluvaiheessa hankitut tiedot pilaantuneista kohteista julkisista rekistereistä (OIVA-palvelu). Sekä alueellisilta että paikallisilta ympäristöviranomaisilta selvitetään kohdekohtaisesti pilaantuneiksi tiedettyjen kohteiden tiedot.

Tässä vaiheessa tehtävistä täydentävistä PIMA- ja sedimenttitutkimuksista sovitaan tilaajan kanssa erikseen.

#### **MT 213 Tie- / ratasuunnitelma**

Päivitetään edellisessä suunnitteluvaiheessa hankitut tiedot pilaantuneista kohteista julkisista rekistereistä (OIVA-palvelu). Aktiivisella yhteydenpidolla sekä alueellisiin että paikallisiin ympäristöviranomaisiin varmistetaan tehtävien tutkimusten riittävyys ja suunniteltujen ratkaisujen hyväksyttävyys ennen viranomaisten varsinaista lupakäsittelyä.

PIMA-tutkimukset kohdennetaan siten, että voidaan luotettavasti selvittää pilaantuneiden maiden kunnostuksen tai poiston ympäristövaikutukset ja mahdollinen hyötykäyttökelpoisuus (esim. liukoisuustutkimukset). Samalla selvitetään pilaantuneen alueen laajuus ja syvyys määrien ja kustannusvaikutusten arvioimiseksi.

Tehdään tarvittavat sedimenttitutkimukset vesilupahakemusta varten.

#### **MT 214 Rakennussuunnitelma**

Maaperän kunnostuksen ja pilaantuneiden sedimenttien ruoppauksen suunnittelua varten tutkimuksia täydennetään ympäristöviranomaisten lupaehdoissa edellyttämällä tavalla. Tarvittaessa täydentäviä tutkimuksia tehdään myös kunnostettavan alueen laajuuden tarkentamiseksi.

### **LAADUNVARMISTUS**

Tutkimusten laatutavoitteet sekä laadunvarmistuksen menettelyt on esitetty tämän ohjeen yleisessä osassa kohdassa MT 110 sekä viitteissä luetelluissa ohjeissa mm. *Ympäristötekniinen näytteenotto-opas*, *Maa- huokoskaasu- ja pohjavesinäytteet*; *Pilaantuneen maan kunnostaminen ja laadunvarmistus*. Maasto- ja laboratoriotutkimusten laadunvarmistus tehdään tulosten toimittamisen yhteydessä noudattaen kyseiseen tutkimukseen soveltuvia ohjeita. Työn tekee aineiston toimittava konsultti.

Itselle luovutuksesta tehdään kirjallinen muistio joka toimitetaan allekirjoitettuna aineiston yhteydessä.

### **TULOKSET**

PIMA-tutkimusten raportointi tehdään noudattaen Maaperän tutkimus- ja kunnostusyhdistys ry:n (Mutku ry) ehdotusta *PIMA-tutkimusten raportoinnin yhdenmukaistamiseksi* tai vastaavaa uudempaa ohjetta.

### **DOKUMENTOINTI**

Tutkimukset dokumentoidaan työstä tehtävään tutkimusraporttiin.

Tavanomaisten pohjatutkimusten tulosten toimittamisessa ja dokumentoinnissa noudatetaan ohjetta *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08* Arkistoinnissa noudatetaan Liikenneviraston ohjetta *Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011*. Lisäksi tutkimukset arkistoidaan yhdessä projektin muun aineiston kanssa.

Työn itselle luovutus dokumentoidaan allekirjoitettuun muistioon.

## VIITTEET

Asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista, VNA 214/2007

Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöopas 117. Ympäristöministeriö, Helsinki 2004

Radanpidon ympäristöohje. Liikenneviraston ohjeita 28/2010

Ympäristötekniinen näytteenotto-opas. Maa- huokoskaasu- ja pohjavesinäytteet. Suomen Geoteknillinen yhdistys. 2002

Sarkkila, J., Mroueh, U. ja Leino-Forsman, H. 2004. Pilaantuneen maan kunnostaminen ja laadunvarmistus. Ympäristöopas 110. Helsinki 2004

Ehdotus PIMA-tutkimusten raportoinnin yhdenmukaistamiseksi. Maaperän tutkimus- ja kunnostusyhdistys ry ([www.mutku.fi](http://www.mutku.fi))

Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2007. Ympäristöministeriö, Helsinki 2007

Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittämisperusteet. Suomen ympäristö 23/2007. Suomen ympäristökeskus, Helsinki 2007

## MT 220 Ohjeeseen liittyviä käsitteitä ja määritelmiä

### Geofysikaaliset tutkimukset

#### Maatutkaluotaus

Maatutka on radiotaajuusaluetta käyttävä sähkömagneettinen luotauslaite. Siinä sähkömagneettiset pulssit heijastuvat maakerrosten tai rakenteiden rajapinnoilta ja rekisteröidään vastaanotin antennilla. Menetelmällä määritetään maakerrosten ja kallion rajapintoja ja jossain määrin maakerrosten ominaisuuksia sekä pohjavedenpinnan tasoja. Menetelmä ei sovellu savipehmeiköille ja silttipehmeiköillä syvyysulottuma on kitkamaita pienempi.

#### Sähköinen vastusluotaus

Sähköinen vastusluotaus perustuu näennäisen ominaisvastuksen mittaamiseen eri geologisista kerrostumista. Mitattaessa maahan johdetaan sähkövirtaa ja mitataan potentiaalieroja. Mittauksen avulla voidaan määrittää maakerrosten rajoja ja ominaisuuksia. Ominaisuuksien määrittäminen soveltuu pääasiassa savi- ja silttipehmeiköille.

#### Seisminen luotaus

Seismissä refraktioluotauksessa käytetään hyväksi keinotekoisesti synnytetyn värinäaallon rekisteröintiä maa- ja kallioperässä. Tutkimuksen avulla voidaan määrittää maakerrosten rajapintojen sijaintia ja maaperän laatua. Menetelmä on epätarkempi kuin esimerkiksi maatutkaluotaus.

#### Gravimetrinen mittaus

Gravimetrinen mittaus perustuu maa- ja kallioperän tiheyseroihin. Sen avulla voidaan mitata kalliopinnan syvyys likimääräisesti. Menetelmä on epätarkempi kuin esimerkiksi seisminen luotaus.

### Kaivokartoitus

Kaivokartoituksessa suunnittelualueen lähistöllä olevat kaivot kartoitetaan keskimäärin 100 – 150 metrin säteellä suunniteltavasta kohteesta, mutta hydrogeologisten olosuhteiden perusteella kartoitettavaa aluetta voidaan laajentaa tai supistaa. Kartoitettavista kaivoista laaditaan kaivokortit, mitataan vedenpinnan korkeus sekä tehdään vedenlaatuanalyysit.

### Pohjavesitutkimukset

#### Antoisuustutkimus

Antoisuustutkimuksessa määritetään pieniläpimittaisesta pohjaveden havaintoputkesta pumpaamalla putkeen virtaavan pohjaveden määrä. Tämän avulla voidaan määrittää vettä johtavan kerroksen vedenläpäisevyys. Kokeen kesto on yleensä lyhytaikainen.

### **Koepumppaustutkimus**

Koepumppauksessa asennetaan suuriläpimittaisia pohjavesikaivoja tulevan kaivutason alapuolelle. Pitkäaikaisella pumppauksella määritetään kaivoon virtaavan pohjaveden määrä sekä pohjaveden alenema ympäristössä. Koepumppaukseen kuuluu oleellisena riittävä määrä pohjavesiputkia, joista seurataan pohjaveden pinnan tasoa.

### **Pudotuspainolaitemittaukset**

Pudotuspainolaitteella simuloidaan rakenteen ja sen eri kerrosten materiaalien käyttäytymistä liikennekuormituksen alaisena. Koetilanteessa mitataan rakenteeseen kohdistuva voima ja sen aiheuttama pinnan taipuma. Mittaus kestää noin 1-2 minuuttia kussakin mittauspisteessä. Yhden työvuoron aikana saadaan siirtoajot ja valmistuvat työt huomioiden mitattua yleensä noin 150–200 mittauspistettä.

### **Routanousumittaus**

Routanousumittauksessa on kyse rakenteen pinnan tarkan sijainnin (tasosijainnin ja korkeusaseman) määrittämisestä eri ajankohtina. Routamittaus käsittää ns. alkumittauksen tai nollamittauksen sulanmaan aikaan ja vähintään yhden mittauskerran routakaudella. Yleensä routanousu mitataan silloin, kun routanousun ja samalla roudansyvyyden otaksutaan olevan suurimmillaan kyseisenä havaintotalvena.

### **Stabiloituvuustutkimukset**

Stabiloituvuustutkimuksilla tutkitaan saven lujittumista erilaisilla sideaineiden koostumuksilla ja sideainemäärillä. Koekappaleet koestetaan normaalisti 28 ja 90 vuorokauden ikäisinä, joten tutkimuksille on varattava riittävästi aikaa.

### **Tutkimusten digitointi**

Pohjatutkimusten digitoinnissa vanhat piirustuksissa tai muussa pohjatutkimusaineistossa olevat pohjatutkimusdiagrammit muutetaan numeeriseen muotoon. Samoin voidaan tehdä vanhoille kairauspöytäkirjoille.



# Laboratoriotutkimukset

## Yleistä

Geosuunnittelija määrittelee otettavista näytteistä tarvittavat laboratoriotutkimukset suunnitelman vaiheen ja kohteen mukaisesti. Laboratoriotutkimusten tarkoituksena on tuottaa suunnittelijan käytettäväksi sellaiset materiaalista mitatut ominaisuudet, joiden tunteminen on suunnittelun kannalta välttämätöntä. Maamateriaalista tulee tietää vähintään maalaji, sen rakeisuus ja vesipitoisuus.

Tyypiteltyinä laboratoriotutkimukset kohdistuvat

- luokitusominaisuuksiin
- lujuusominaisuuksiin
- muodonmuutosominaisuuksiin
- hydraulisiin ominaisuuksiin
- kiviainestutkimuksiin
- materiaalin säilyvyyteen

Oheisessa luettelossa on mainittu osa tavanomaisista maaperätutkimusten yhteydessä tehtävistä laboratoriotutkimuksista.

## Tehtävät

Laboratoriossa selvitettävien ominaisuuksien ja parametrien tutkimus käsittää tavallisesti jäljempänä mainittuja tutkimuksia. Täsmällisempiä menetelmäkohtaisia tutkimusohjeita on löydettävissä esimerkiksi julkaisuista Geotekniset laboratorio-ohjeet, GLO-85 (SGY 1985), PANK -menetelmät (PANK ry, Kansio) ja SFS-standardit (Suomen Standardisoimisliitto ry).

## LUOKITUSOMINAISUUDET

- rakeisuusjakautuma
- kiintotiheys
- irtotiheys
- tilavuuspaino
- vesipitoisuus
- humuspitoisuus
- tiiviysaste
- suhteellinen tiiviys
- konsistenssirajat

## LUJUUSOMINAISUUDET

- Suljettu leikkauslujuus ja sensitiivisyys
  - kartiokoe
  - puristuskoe
- Tehokkaat leikkauslujuusparametrit
  - leikkauskoe

- kolmiakσιαalikoe

## MUODONMUUTOSOMINAISUUDET

- ödometrikokeet

## HYDRAULISET OMINAISUUDET

- vedenläpäisevyys (k)
- kapillaarinen nousukorkeus

## KIVIAINESTUTKIMUKSET

- Yleisominaisuudet
  - raeominaisuudet (rakeisuus, muoto-ominaisuudet)
  - vesipitoisuus
  - humuspitoisuus
  - veden adsorptio
  - yksinkertaistettu petrografinen kuvaus
- Lujuusominaisuudet
  - kuulamylykoe
  - Los Angeles -koe
  - muut tapauskohtaisen harkinnan perusteella (esim. rapautuvuus ohut-
  - hietutkimuksin, sulatus-jäädytyskokeella tai ominaispinta-alan mittauksella)
- Mineraloginen koostumus
  - ohutmietutkimus
  - röntgendiffraktio

## STABILOITUVUUSTUTKIMUKSET

- yksiakσιαalinen puristus
- kolmiakσιαalikoe

## VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUKSET

- Talousvesitutkimus
  - pH-luku
  - Sähkönjohtavuus
  - Kokonaiskovuus
  - KHT(Mn) (kemiallinen hapen kulutus COD<sub>Mn</sub>)
  - Rauta
  - Mangaani
  - Ammoniumtyppi
  - Nitriittityppi
  - Nitraattityppi
  - Kloridi



- Kokonaiskolibakteerit, Fekaaliset kolibakteerit, Escherichia coli
- Väri
- Sameus
- Fluoridi
  
- Korroosiotutkimukset
  - Humuspitoisuus
  - pH-luku
  - Kokonaiskovuus
  - Kloridi
  - Sulfaatit
  - Sähkönjohtavuus

Ympäristötutkimuksien yhteydessä tehtävät vesianalyysit määrittää suunnittelija taulukko-kohtaisesti tutkimuksen tarkoituksen sekä hankkeen laajuuden ja laadun perusteella.

#### **MATERIAALIEN KESTÄVYYSTUTKIMUKSET**

- Teräksen korroosio
- Betonin kemiallinen kestävyys

#### **Laadunvarmistus**

Laboratorion valinnassa kiinnitetään huomiota sen kykyyn tuottaa luotettavalla tavalla tutkimustulosta. Tämä osoitetaan laboratorion noudattaman toimintajärjestelmän avulla mukaan lukien siihen kuuluvat laitekalibroinnit sekä ammattitaitoinen henkilöstö.

#### **LAATUTAVOITTEET**

- Tutkimukset tehdään oikeilla menetelmillä ja hyvällä ammattitaidolla
- Välineistö on oikealla tavalla kalibroitua
- Tutkimusten tekemiseen varataan riittävästi aikaa ja resursseja
- Tutkimukset tehdään sovitun aikataulun mukaan ja sovittuun hintaan

#### **LAADUNVARMISTUKSEN MENETTELYT**

- Tutkimusten riittävydestä ja oikein valituista / laboratoriotilauksessa määritellyistä tutkimusmenetelmistä vastaa geosuunnittelija, joka hyväksyy tutkimusohjelmat tilaajalla
- Tutkimuksissa käytetään ammattitaitoista henkilöstöä ja asianmukaisesti huollettua ja kalibroitua kalustoa
- Tilaajaa informoidaan tutkimusten etenemisestä ja sovitaan tarvittaessa olosuhteiden aiheuttamista tutkimustarpeiden muutoksista ja mahdollisista lisätoista

#### **LAADUN DOKUMENTOINTI**

- Poikkeamaraportit
- Kalibrointitodistukset

## Tulokset

Laboratoriotutkimukset tekevä organisaatio raportoi tutkimustulokset Laboratorio-tutkimusraporttina. Siinä esitetään

- tutkimuksen tekijät, käytetyt menetelmät ja kalusto,
- laaditut tulosteet ja tarkistettut mittauspöytäkirjat sekä
- laadunvarmistusdokumentit

Laboratoriotutkimusten tulokset (rakeisuus, vesipitoisuus, humus, maalaji, hienous-luku) toimitetaan sähköisessä muodossa uusimmassa Infra - pohjatutkimusformaattissa. Tarvittaessa laboratorio liittää aineistoon omat tulosta selittävät havaintonsa tai arvionsa.

## Viitteitä

SFS-käsikirja 179-1, Geotekninen tutkimus ja koestus. Osa 1: Maan ja kallion luokitukset, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry

SFS-käsikirja 179-2, Geotekninen tutkimus ja koestus. Osa 2: Maan laboratoriokokeet, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry

SFS-käsikirja 179-3, Geotekninen tutkimus ja koestus. Osa 3: Näytteenotto, pohjavesimittaukset ja yleisesti Suomessa käytettävät kenttäkokeet, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry

Geotekniset tutkimukset ja mittaukset, TIEH 2100057-08, 2008

Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet, TIEH 2100002-01

Sillan geotekniset suunnitteluperusteet, TIEH 2100053-07, 2007

Geotekniset laboratorio-ohjeet, GLO-85, Suomen geotekninen yhdistys SGY 1985 (voimassa olevat kohdat)

PANK-menetelmät, PANK ry, Kansio

Asfalttinormit 2011, PANK ry 2011

Pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimukset ja suositukset. Asetus.

Sosiaali- ja terveysministeriö 401/2001

Pohjatutkimusten arkistointi tiehankkeissa, 602/070/2011, 10.2.2011



